

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**

PROYECTO FIN DE CARRERA



**EVOLUCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y DE LA HUELLA
ECOLÓGICA EN LA OBRA DE CONSERVACIÓN Y
MANTENIMIENTO DEL RÍO MANZANARES A SU PASO POR EL
T.M. DE MADRID**

Autor: Olaia Aurrekoetxea Arratibel

Directores: D. Sergio Álvarez Gallego
Dr. Pedro Cifuentes Vega

Madrid, Julio 2013

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**



**EVOLUCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y DE LA HUELLA
ECOLÓGICA EN LA OBRA DE CONSERVACIÓN Y
MANTENIMIENTO DEL RÍO MANZANARES A SU PASO POR EL
T.M. DE MADRID**

Autor

VºBº del Director

VºBº del Director

Fdo.: Olaia Aurrekoetxea
Arratibel

Fdo.: Sergio Álvarez Gallego

Fdo.: Pedro Cifuentes Vega

Madrid, Julio 2013

© UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, 2013

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS DE MONTES**

PROYECTO FIN DE CARRERA

Título: Evolución de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica en la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid.

Autor: Olaia Aurrekoetxea Arratibel

Codirectores: D. Sergio Álvarez Gallego
Dr. Pedro Cifuentes Vega

Tribunal:

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

Fdo.:

Fdo.:

Fdo.:

CALIFICACIÓN:

Fecha:

OBSERVACIONES:

Título: Evolución de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica en la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid.

Autor: Olaia Aurrekoetxea Arratibel

Codirectores: Sergio Álvarez Gallego y Pedro Cifuentes Vega

Departamento: Silvopascicultura

RESUMEN

Los problemas ambientales derivados de la actividad del hombre están siendo cada vez más alarmantes. Su aumento, junto con las desigualdades sociales, pone de manifiesto la necesidad de cambiar el rumbo del planeta hacia el desarrollo sostenible. En este contexto aparecen los indicadores de sostenibilidad ambiental, entre los cuales destacan la Huella de Carbono (HC) y la Huella Ecológica (HE). El primero, para cuantificar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero emitidos y absorbidos. El segundo, para cuantificar la demanda y puesta en valor de superficie biológicamente productiva.

La demanda creciente de servicios ambientales por parte de la sociedad, en general, y las administraciones, en particular, ha conducido a que se empiecen a valorar criterios ambientales en la compra y contratación pública. Los servicios de conservación y mantenimiento ven aquí una oportunidad para diferenciarse y ofrecer una imagen más responsable con el medio ambiente.

En el Proyecto Fin de Carrera, se ha decidido utilizar el Método Compuesto de Cuentas Contables (MC3) para el cálculo de HC y HE en los años 2011 y 2012. Dicho método trabaja con enfoque integrado; gracias a su alto nivel de detalle trabaja sobre la organización y el producto garantizando resultados accesibles, transparentes y comparables.

La HC y HE del año 2011 es de 150 tCO₂e y 35 haG respectivamente. Para el año 2012 los indicadores aumentan (205 tCO₂e y 47 haG). Estos aumentos son debido al incremento del consumo pero también al cambio del patrón hacia el consumo de materiales de alta intensidad energética. La consideración de las remociones de emisiones por uso de suelo permite valorar la sostenibilidad del servicio. La HC y HE pueden ser reducidas, compensadas y comunicadas por medio de acciones que se proponen. La inclusión de criterios ambientales y de sostenibilidad en la toma de decisiones está al alcance de cualquier servicio de conservación y mantenimiento.

Title: Evolution of Carbon Footprint and Ecological Footprint at the conservation and maintenance work of the Manzanares river in its way through Madrid.

Author: Olaia Aurrekoetxea Arratibel

Codirectors: Sergio Álvarez Gallego and Pedro Cifuentes Vega

Department: Silvopascicultura

ABSTRACT

Environmental issues originated from human activity are becoming more and more cause of concern. Its increase, along with social inequalities, shows the need to change the course of the planet towards a sustainable development. In this context environmental sustainability indicators are appeared, highlighting among all of them the Carbon Footprint (CF) and the Ecological Footprint (EF). The first one, in order to quantify the Greenhouse gas (GHG) emissions and absorptions. The second one, in order to quantify the demand and enhancement of biologically productive area.

The increasing demand for environmental services by society, in general, and government, in particular, has led to start valuing environmental criteria into public procurement and contracting. The conservation and maintenance services see here an opportunity to differentiate and provide an environmentally responsible image.

In the Thesis, it has been decided to use the "Composed Method of the Financial Statements" for the CF and EF calculation in the 2011 and 2012 years. This method works with an integrated approach; thanks to its high level of detail it works through the Organization and the Product ensuring accessible, transparent and comparable results.

The CF and EF for the 2011 year is 150 tCO₂e and 35 haG, respectively. For the 2012 the indicators are increased (205 tCO₂e y 47 haG). These growths happen due to, not only the consumption rise, but also the pattern change towards high energetic intensity materials consumption. The consideration of the removal of emissions from land use can assess the sustainability of the service. The CF and EF can be reduced, offset and communicated through proposed actions. The inclusion of environmental and sustainability criteria in decision-making is accessible to any service and maintenance.



ÍNDICE

Índice de figuras	13
Índice de tablas.....	17
Lista de unidades, abreviaturas y siglas.....	21
1. INTRODUCCIÓN	25
1.1. GLOBALIZACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE	25
1.2. CAMBIO CLIMÁTICO	28
1.2.1. El efecto invernadero	28
1.2.2. Emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero.....	30
1.2.3. Historia y respuesta al Cambio Climático	33
1.2.3.1. Marco internacional	33
1.2.3.2. Situación en la Unión Europea	37
1.2.3.3. Situación en España	38
1.3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD	42
1.3.1. Huella de Carbono	42
1.3.1.1. Situación actual	43
1.3.1.2. Enfoques.....	45
1.3.1.3. Alcances, límites y calidad del dato.....	47
1.3.2. Huella Ecológica	50
1.3.3. Marco legislativo de indicadores tipo huella	53
1.4. OBRAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RIBERAS.....	56
1.4.1. Uso y abuso de los ecosistemas fluviales.....	56
1.4.2. La ribera del río	57
1.4.2.1. La vegetación riparia	59
1.4.3. Restauración de los ríos	60
1.4.4. Interés de los ecosistemas fluviales en la conservación de la diversidad biológica en la Comunidad de Madrid	61
1.4.5. Problemática de conservación de los ríos en la Comunidad de Madrid	61
1.4.6. Marco legislativo	63
1.5. JUSTIFICACIÓN PROYECTO	67
2. OBJETIVOS.....	69
2.1. OBJETIVO GENERAL	69

2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	69
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	71
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE LA EMPRESA ADJUDICATARIA.....	71
3.2.	EL MÉTODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES	76
3.2.1.	Descripción general	76
3.2.2.	Fases del método	79
3.2.2.1.	Análisis de antecedentes	79
3.2.2.2.	Definición de objetivo y alcance	79
3.2.2.3.	Determinación de límites del sistema.....	79
3.2.2.4.	Análisis de inventarios	79
3.2.2.5.	Análisis de ciclo de vida	81
3.2.2.6.	Cálculo de Huella de Carbono Corporativa	81
3.2.2.7.	Cálculo de Huella de Carbono de Producto.....	81
3.2.2.8.	Interpretación de resultados y evaluación de la incertidumbre ...	81
3.2.2.9.	Análisis de alternativas y propuestas de mejoras.....	81
3.2.2.10.	Informe de Huella de Carbono	82
3.2.3.	Descripción del proceso de cálculo MC3.....	82
3.2.3.1.	Inventario de usos del suelo	82
3.2.3.2.	Inventario de residuos	83
3.2.3.3.	Inventario de consumos.....	85
3.2.3.4.	Otros inventarios	86
3.3.	APLICACIÓN DEL MÉTODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES EN EL SERVICIO DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL RÍO MANZANARES A SU PASO POR EL T.M. DE MADRID.....	87
3.3.1.	Análisis de antecedentes	87
3.3.2.	Definición de objetivo y alcance	87
3.3.3.	Determinación de límites del sistema.....	87
3.3.4.	Análisis de inventarios	90
3.3.4.1.	Siguientes fases.....	96
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
4.1.	HUELLA DE CARBONO Y HUELLA ECOLÓGICA DEL AÑO 2011	97
4.2.	HUELLA DE CARBONO Y HUELLA ECOLÓGICA DEL AÑO 2012	111
4.3.	EVOLUCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y DE LA HUELLA ECOLÓGICA DURANTE EL PERÍODO 2011-2012	117
4.4.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	123



5.	PROPUESTA DE ACCIONES	125
5.1.	REDUCCION	125
5.2.	COMPENSACION	130
5.3.	COMUNICACIÓN.....	131
5.4.	HERRAMIENTAS DE SÍNTESIS.....	133
5.4.1.	Mapa de oportunidades.....	133
6.	CONCLUSIONES.....	135
7.	BIBLIOGRAFÍA	139
ANEXOS		i
Anexo I: Inventario general de consumos. (MC3, CarbonFeel)		i
Anexo II: Resultados de la Huella de Carbono del servicio por categoría de consumo MC3		xiii
Anexo III: Procedimiento de análisis de la incertidumbre del inventario de Gases de Efecto Invernadero		xxv
Anexo IV: CD		



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1: Diagrama del efecto invernadero. (UNEP, 2002).....	29
Figura 1. 2: Evolución en el tiempo de la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero (CO ₂ y CH ₄) (Barnola et al., 1987).....	29
Figura 1. 3: Concentraciones atmosféricas de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O durante el último milenio. La escala de la derecha muestra los forzamientos radiativos estimados para estos gases. (IPCC, 2001).	30
Figura 1. 4: Cambios en la temperatura, en el nivel del mar y en la cubierta de nieve del Hemisferio Norte (IPCC, 2007).	31
Figura 1. 5: Evolución y fuentes de emisiones antropogénicas (IPCC, 2007)	32
Figura 1. 6: Emisiones en toneladas métricas de CO ₂ e per cápita para el período 2008-2012. (Banco Mundial, 2013).....	33
Figura 1. 7: Emisiones en toneladas de CO ₂ -equivalente de GEI en España (1990-2010) y la UE (1990-2009). (OSE, 2011)	39
Figura 1. 8: Emisiones de GEI en España por sectores (2010) (MARM, 2011)	40
Figura 1. 9: Huella de Carbono con enfoque a organización (Doménech, 2011)	45
Figura 1. 10: Huella de Carbono con enfoque a producto (Doménech, 2011).....	46
Figura 1. 11: Huella de Carbono con enfoque integrado (Doménech, 2011)	47
Figura 1. 12: Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor (WRI y WBSCD, 2004)	48
Figura 1. 13 : Huella Ecológica de la humanidad 1961-2005 (WWF, 2008)	53
Figura 1. 14: Sección del río (MAGRAMA, 2013)	58
Figura 1. 15: Orden jerárquico, número estimado, longitud media y total y anchura media de la franja ripícola de los diferentes ríos y cursos de agua, así como superficie total ocupada por áreas de ribera en EE.UU. (según Leopold et al, 1964; Brinson, 1993; Tockner y Stanford, 2002)	59

Figura 1. 16: Hitos fundamentales Directiva Marco del Agua 2000/60/CE	64
Figura 1. 17: Hitos fundamentales de la Directiva Evaluación y gestión de riesgos 2007/60/CE	64
Figura 3. 1: Ortofoto con el río e instalaciones con los límites del río en estudio. ..	72
Figura 3. 2: Esquema de cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica a través del inventario de consumos (Blanquer, 2012).....	85
Figura 3. 3: Ortofoto de la zona de ERAR Viveros de la Villa con la presa nº2, el río y márgenes donde actúa y las instalaciones que tienen en ella: CVTR, laboratorio y parcelas.	88
Figura 3. 4: Ortofoto de la zona de ERAR La China con el río y márgenes y la parcela que tienen en ella.....	89
Figura 3. 5: Cantidad de facturas analizadas del apartado 3 Almacén de Materiales del IEM, clasificados según los capítulos de consumo del MC3.	95
Figura 4. 1: Contribución a la Huella de Carbono por Alcances. Año 2011.	98
Figura 4. 2: Contribución a la inversión económica por Alcances. Año 2011.	98
Figura 4. 3: Contribución a la Huella de Carbono por € invertido según el Alcance. Año 2011.	98
Figura 4. 4: Porcentajes de Huella de Carbono de los epígrafes del Alcance 3. Año 2011.....	99
Figura 4. 5: Contribución a la Huella de Carbono por unidad monetaria de los epígrafes del Alcance 3 (Exceptuando el correspondiente a residuos, ya que no hay ningún gasto monetario asociado). Año 2011.....	100
Figura 4. 6: Conversión de los materiales o productos. (Doménech, 2011)	103
Figura 4. 7: Huella de Carbono neta y unitaria de algunas de las categorías de consumo del epígrafe de "Materiales (no orgánicos)". Año 2011.	104
Figura 4. 8: Huella de Carbono neta y unitaria de las categorías de consumo del epígrafe de "Servicios y Contratas". Año 2011.....	106



Figura 4. 9: Huella de Carbono neta y unitaria de las categorías de consumo de los capítulos recursos agrícolas y pesqueros y recursos forestales. Año 2011.	108
Figura 4. 10: Evolución de la Huella de Carbono (tCO ₂ e) según los epígrafes de la herramienta MC3.....	119
Figura 4. 11: Evolución de la Huella de Carbono de los materiales (no orgánicos) 2011-2012	120
Figura 4. 12: Carga de la Huella de Carbono del epígrafe de “Materiales” de cada año en estudio.	121
 Figura 5. 1: Mapa de oportunidades.....	 134

Todas las figuras son de la autora excepto indicación expresa.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1: Potenciales de Calentamiento Global para los principales Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2001)	31
Tabla 1. 2: Marco Legislativo sobre Huella de Carbono en España (García, 2013). 54	
Tabla 1. 3: Fases del proceso de la restauración fluvial (Fernández y Martínez, 2008).....	61
Tabla 3. 1: Coordenadas UTM del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid.	71
Tabla 3. 2: Inventario de usos del suelo, herramienta CarbonFeel MC3.	82
Tabla 3. 3: Inventario de residuos, herramienta Carbonfeel MC3.	84
Tabla 3. 4: Clasificación de los residuos generados y correspondencia con la hoja MC3.....	92
Tabla 3. 5: Estructura general del Informe Económico Mensual.	92
Tabla 3. 6: Facturas analizadas del apartado 3 Almacén de Materiales del Informe Económico Mensual.....	94
Tabla 4. 1: Huella de Carbono y Huella Ecológica por Alcances. Año 2011.....	97
Tabla 4. 2: Huella de Carbono y Huella Ecológica de la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares. Año 2011.	98
Tabla 4. 3: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Emisiones directas". Año 2011.	100
Tabla 4. 4: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Emisiones indirectas". Año 2011.	101
Tabla 4. 5: Huellas y consumos de los gastos de electricidad desglosada. Año 2011.	101
Tabla 4. 6: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Materiales (no orgánicos)". Año 2011.	102

Tabla 4. 7: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Servicios y contrataciones". Año 2011.	104
Tabla 4. 8: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos agrícolas y pesqueros". Año 2011.	107
Tabla 4. 9: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos forestales". Año 2011.	107
Tabla 4. 10: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Residuos, vertidos y emisiones". Año 2011.	108
Tabla 4. 11: Huella de Carbono y Huella Ecológica generada por el uso del suelo (no imputado a la empresa adjudicataria)	109
Tabla 4. 12: Huella de Carbono y Huella Ecológica por Alcances. Año 2012.	111
Tabla 4. 13: Huella de Carbono y Huella Ecológica de la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares. Año 2012.	111
Tabla 4. 14: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Emisiones directas". Año 2012.	112
Tabla 4. 15: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Emisiones indirectas". Año 2012.	113
Tabla 4. 16: Huellas y consumos de los gastos de electricidad desglosada. Año 2012.	113
Tabla 4. 17: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Materiales (no orgánicos)". Año 2012.	113
Tabla 4. 18: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Servicios y contrataciones". Año 2012.	114
Tabla 4. 19: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos agrícolas y pesqueros". Año 2012.	115
Tabla 4. 20: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos forestales". Año 2012.	116
Tabla 4. 21: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Residuos, vertidos y emisiones". Año 2012.	116
Tabla 4. 22: Evolución de la Huella de Carbono según los Alcances durante los años 2011 y 2012.	118
Tabla 4. 23: Evolución de la Huella Ecológica según los Alcances durante los años 2011 y 2012.	118



Tabla 4. 24: Evolución de la Huella de Carbono por capítulos de consumo durante los años 2011 y 2012.....	119
Tabla 4. 25: Evolución del epígrafe de “Materiales”.....	121
Tabla 4. 26: Evolución en el consumo del epígrafe “Materiales de flujo (mercancías)” y estimación de la emisión de Gases de Efecto Invernadero por el cambio de patrón en el consumo.	122

Todas las tablas son de la aurora excepto indicación expresa.



LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

ACV:	Análisis Ciclo de Vida
AENOR:	Agencia Española de Normalización
BM:	Banco Mundial
BOE:	Boletín Oficial del Estado
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CFC:	Compuestos clorofluorocarburos
CMCC:	Convención Marco de Cambio Climático
COP:	Conferencia de las Partes
CORES:	Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos
CPD:	Carbon Disclosure Project
CVTR:	Centro de Vigilancia y Telecontrol del Río
DAFO:	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
DMA:	Directiva Marco del Agua
ERAR:	Estación Regeneradora de Aguas Residuales
ETSI Montes:	Escuela Técnica Superior de Montes
EU ETS:	Sistema de Comercio de Emisiones de la UE
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FMI:	Fondo Monetario Internacional
GEI:	Gases de Efecto Invernadero
GFN:	Global Footprint Network
haG:	Hectáreas Globales
HC:	Huella de Carbono
HE:	Huella Ecológica
IEM:	Informe Económico Mensual
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
ISO:	Organización Internacional para la Estandarización
MAGRAMA:	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
MARM:	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de España
MC3:	Método Compuesto de las Cuentas Contables
MMA:	Ministerio de Medio Ambiente
ONU:	Organización de las Naciones Unidas

OSE: Observatorio de la Sostenibilidad en España
PIB: Producto Interior Bruto
PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RSU: Residuos Sólidos Urbanos
SBP: Superficie Biológicamente Productiva
T.M.: Término Municipal
tCO₂e: toneladas de CO₂ equivalente
UE: Unión Europea
UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UNEP: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNFCCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UPM: Universidad Politécnica de Madrid
WBSCD: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible
WCED: Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo.
WRI: Instituto Mundial de los Recursos
WWF: Fondo Mundial para la Naturaleza



1. INTRODUCCIÓN

1.1. GLOBALIZACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Una de las principales características del mundo en que vivimos es su naturaleza global. A lo largo de la historia, la humanidad ha evolucionado de la inicial organización social en pequeñas tribus hasta la sociedad universalizada, donde muchas de las decisiones y acciones que tomamos las personas pueden afectar a entidades de otras partes del planeta de forma significativa (Mc Grew y Lewis, 1992). Dicho proceso de globalización es un fenómeno que tuvo su mayor impulso en la segunda mitad del siglo XX con la caída del comunismo, el fin de la Guerra Fría y tiene tres pilares fundamentales en constante interrelación: la tecnología, la economía y la cultura.

Existen muchas opiniones divergentes respecto a la globalización, y aunque es difícil no posicionarse, se intentará dar una breve visión objetiva. Tampoco se discutirá si la globalización es o no un proceso de occidentalización del mundo. Lo que queda claro es que ésta ha favorecido toda clase de relaciones entre países, resultando un mundo interconectado donde las fronteras de los Estados Nación están difuminándose, creando de esta forma un mundo interdependiente.

En términos generales resulta indudable que el proceso globalizador genera una serie de beneficios, que van desde una asignación más eficiente de los recursos productivos a una mejora de las tasas de crecimiento. La eliminación de barreras a los movimientos de bienes y servicios asociada a la globalización permite acceder a nuevos mercados, con lo que se amplían las posibilidades de producción y se facilita el acceso a economías de escala (Maesso, 2008).

La globalización se ha convertido en un proceso meramente económico. El Fondo Monetario Internacional lo define como *"una interdependencia económica creciente del conjunto de países del mundo, provocada por el aumento del volumen y la variedad de las transacciones transfronterizas de bienes y servicios, así como de los flujos internacionales de capitales, al tiempo que la difusión acelerada y generalizada de tecnología"*.

La economía es el motor de la globalización. Sin embargo, la realidad es que se están dando importantes cambios en otros ámbitos como la cultura y medio ambiente. Hay una creciente desigualdad en países tanto desarrollados como en desarrollo, que amenaza la recuperación mundial y la sostenibilidad del progreso

futuro y limita la reducción de la pobreza; además de graves cuestiones ambientales (PNUD, 2013). Por otro lado, en el período comprendido entre 2010 y 2012, unos 870 millones de personas -una de cada ocho- no consumió comida suficiente para cubrir las necesidades nutricionales básicas; 852 millones estaban en países en desarrollo, representado el 14,9% de la población de estos países (FAO, 2013).

La explotación de los recursos naturales tiene un papel fundamental en la degradación del medio ambiente y en las desigualdades sociales. A pesar de las mejoras técnicas que se están dando en materia de uso eficiente y racional de los recursos naturales, el crecimiento del consumo ha sido en muchos casos más rápido. Esta tendencia podría acentuarse con el desarrollo industrial de países como China o India. Además, hay que tener en cuenta el importante crecimiento demográfico en las últimas décadas. La población humana pasó de ser 1.000 millones en el año 1800 a 7.000 millones en el año 2011 (PopulationMatters, 2013). De esta forma, la posibilidad de que se agoten los recursos no renovables y el aumento de la contaminación y residuos son una amenaza cada vez mayor para el medio ambiente.

En este contexto de deriva económica, ecológica y cultural es cuando la sociedad empieza a ser más sensible con los retos que se va a enfrentar próximamente. Es por ello que empieza a concienciarse de que hay que cambiar el rumbo hacia el "desarrollo sostenible". Este término fue usado por primera vez en la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza, lanzada en 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 1980). Sin embargo no fue hasta la publicación en 1987 de "Nuestro Futuro Común", conocido también como "Informe Brundtland" (WCED, 1987), cuando se define el término como *"un proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos, la orientación de la evolución tecnológica y la modificación de las instituciones están acordes e incrementan el potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas"*. Además, se diferencian tres dimensiones del desarrollo sostenible: la sostenibilidad ambiental, económica y social, y se sostiene que ninguna de ellas puede olvidarse, ya que si no será imposible alcanzar el objetivo final.

Con el tiempo se va completando y perfeccionando el concepto de desarrollo sostenible. Por ejemplo, al concepto de "solidaridad intergeneracional" que se introduce en el Informe Brundtland los economistas Sudhir Anand y Amartya Sen añaden el principio de equidad bajo dos concepciones: (1) equidad



intergeneracional, clásica visión del desarrollo sostenible en donde se consideran las generaciones futuras; (2) equidad intrageneracional, visión que sitúa la lucha contra el hambre y la pobreza en el mundo como parte fundamental para alcanzar el desarrollo sostenible.

1.2. CAMBIO CLIMÁTICO

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define el cambio climático como *"una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras."* Sin embargo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) atribuye lo definido por el IPCC al concepto de "variabilidad climática" y redefine cambio climático como *"cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables"* (UNFCCC, 1992). Por tanto, el consenso político derivado de las naciones unidas atribuye al hombre la responsabilidad directa o indirecta del cambio climático.

Desde el origen de la Tierra, hace 4.500 millones de años, han existido diferentes cambios en la atmósfera, junto con otros cambios como el geológico, hidrológico o biológico, que han modificado las condiciones de vida y hábitos de los seres vivos. Pero estos cambios climáticos fueron producidos por causas naturales y en una escala temporal bastante mayor que la humana. Sin embargo, los cambios en la atmósfera que se están dando hoy son por causas antropogénicas.

1.2.1. El efecto invernadero

La atmósfera que envuelve a la Tierra es una estructura formada por una serie de capas de composición y caracteres térmicos y dinámicos diversos. Aunque todas las capas tienen su importancia como conjunto transmisor e intercambiador de la energía solar incidente y reflejada, es la capa más baja o troposfera la que ejerce mayor influencia en la diversidad climática espacial. Está compuesta principalmente por nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono y otros gases en una proporción más pequeña como helio, neón y xenón. Pero hay, además, otros gases a tener en cuenta: el vapor de agua, dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y ozono y, en menor cantidad, halocarbonos, hexafluoruro de azufre, hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos. Son los llamados gases de efecto invernadero (GEI), gases de origen natural y antropogénico que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de

la Tierra, la atmósfera y las nubes (IPCC, 2001). La Figura 1. 1 muestra en detalle los procesos del efecto invernadero en la atmósfera.



Figura 1. 1: Diagrama del efecto invernadero. (UNEP, 2002)

A finales de la década de los años 80 se realizaron sondeos profundos en el hielo antártico a partir de los cuales se pudo conocer la variación experimentada en la concentración de CO_2 en la atmósfera durante los últimos 160.000 años y su estrecha relación con la variación en la temperatura media del planeta. Tal y como se puede apreciar en la Figura 1. 2 hay una clara correlación entre temperaturas altas (gráfica central) y concentraciones elevadas de los GEI, registrándose los valores más bajos de CO_2 durante la época glacial. Estos GEI son los que consiguen que, mientras en altitud en la troposfera hay una temperatura media de -19°C , la superficie terrestre tenga una temperatura media de 14°C . Sin este mecanismo la vida de muchos seres vivos en la Tierra no sería posible.

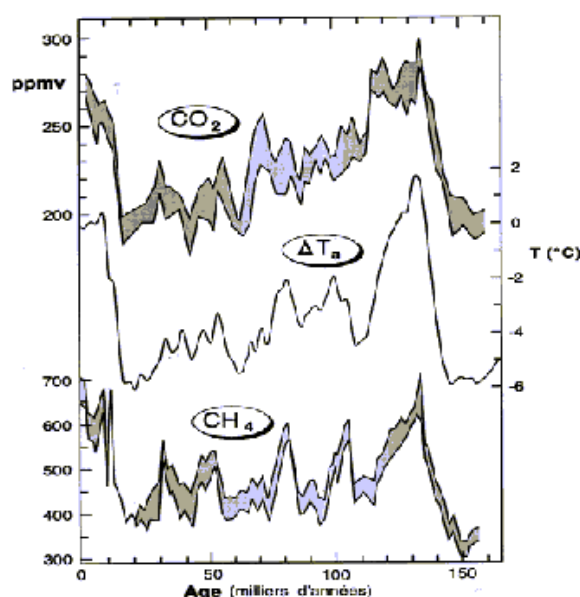


Figura 1. 2: Evolución en el tiempo de la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero (CO_2 y CH_4) (Barnola et al., 1987)

1.2.2. Emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero

Los mismos análisis realizados en la Antártida demuestran que las concentraciones en la atmósfera de los GEI han variado a lo largo de la historia. Sin embargo, durante los mil años anteriores a la Revolución Industrial, iniciada en el año 1750, su concentración fue relativamente constante. Se calculó que la concentración de CO_2 al comienzo de la era industrial era del orden de 290 ppm y que anteriormente había variado entre 190 ppm y 280 ppm. Nunca se habrían registrado concentraciones superiores a los 300 ppm, como ocurre en la actualidad (IPCC, 2007). El aumento no sería de origen natural, sino que provenía de actividades humanas como la combustión de combustibles fósiles para producción de energía, y en menor medida, los cambios en el uso de las tierras (IPCC, 2001).

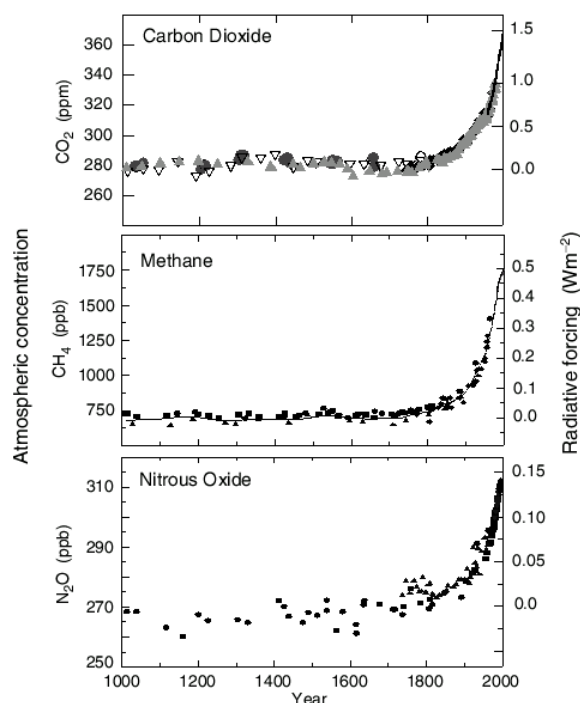


Figura 1. 3: Concentraciones atmosféricas de CO_2 , CH_4 y N_2O durante el último milenio. La escala de la derecha muestra los forzamientos radiativos estimados para estos gases. (IPCC, 2001).

Poco a poco, los datos corroboraban la teoría mantenida por algunos científicos de que las actividades humanas podían estar cambiando el clima de la Tierra, provocando una intensificación del efecto invernadero que implica el aumento de la temperatura global del planeta, con sus consecuencias como el aumento del nivel del mar o la disminución de las extensiones de nieve y de hielo (IPCC, 2007), los cuales se pueden apreciar en la Figura 1. 4. En concreto, desde 1906 las temperaturas han subido entre 0,56 y 0,92°C (IPCC, 2007).

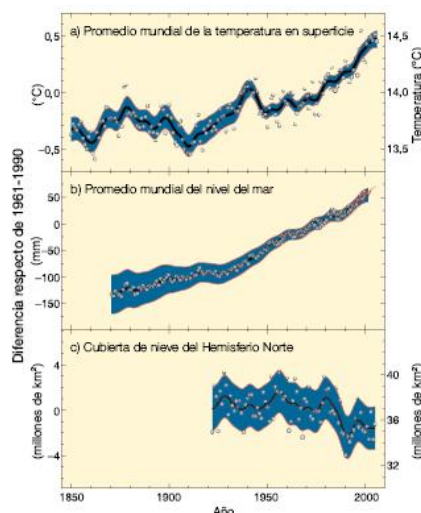


Figura 1. 4: Cambios en la temperatura, en el nivel del mar y en la cubierta de nieve del Hemisferio Norte (IPCC, 2007).

En el primer informe del IPCC (1990) se identificaron seis principales grupos de gases que contribuyen al aumento del efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarburos, perfluorocarburos y hexafluoruros de azufre. Cada uno de los GEI posee un origen y tiempo de vida diferente y no atrapan de igual manera el calor. Así se define el Potencial de Calentamiento Global, que representa el efecto combinado de los diferentes tiempos que estos gases permanecen en la atmósfera y su eficiencia relativa en la absorción de radiación infrarroja saliente (Tabla 1. 1) (IPCC, 2001). Este factor permite transformar la contribución al efecto invernadero en unidades de CO₂ equivalentes (CO₂e)¹. De manera general se considera el horizonte temporal de 100 años a fin de tener un equilibrio entre los gases de corta, media y larga duración en la atmósfera (IPCC, 2007).

Tabla 1. 1: Potenciales de Calentamiento Global para los principales Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2001)

Gas	Horizonte temporal (años)		
	20	100	500
Dióxido de Carbono (CO₂)	1	1	1
Metano (CH₄)	56	21	6,5
Óxido nitroso (N₂O)	280	310	170

¹ El CO₂ es el GEI que contribuye en mayor medida al calentamiento del planeta, además de ser el que más se genera como consecuencia de las actividades que realiza el hombre (Peres et al., 2011). Es por estos motivos por los que todos los GEI liberados a la atmósfera se cuantifican mediante la unidad de CO₂e (Jiménez et al., 2010).

Los gases que contribuyen, en mayor medida, al fenómeno del efecto invernadero son el CO₂ y el CH₄, con un 60% y 20% respectivamente.

La concentración de CO₂ en la atmósfera aumentó el 31% entre 1750 y 1999 (IPCC, 2001), el metano el 150% y el óxido nitroso el 16% (Doménech, 2007). Respecto a la fuente de estos GEI, entre 1970 y 2004, la más importante proviene de los sectores de suministro de energía, transporte e industria, mientras que la vivienda y el comercio, la silvicultura (incluida la deforestación) y la agricultura han crecido más lentamente (IPCC, 2007). En la Figura 1. 5 se pueden ver las diferentes fuentes de GEI en 2004:

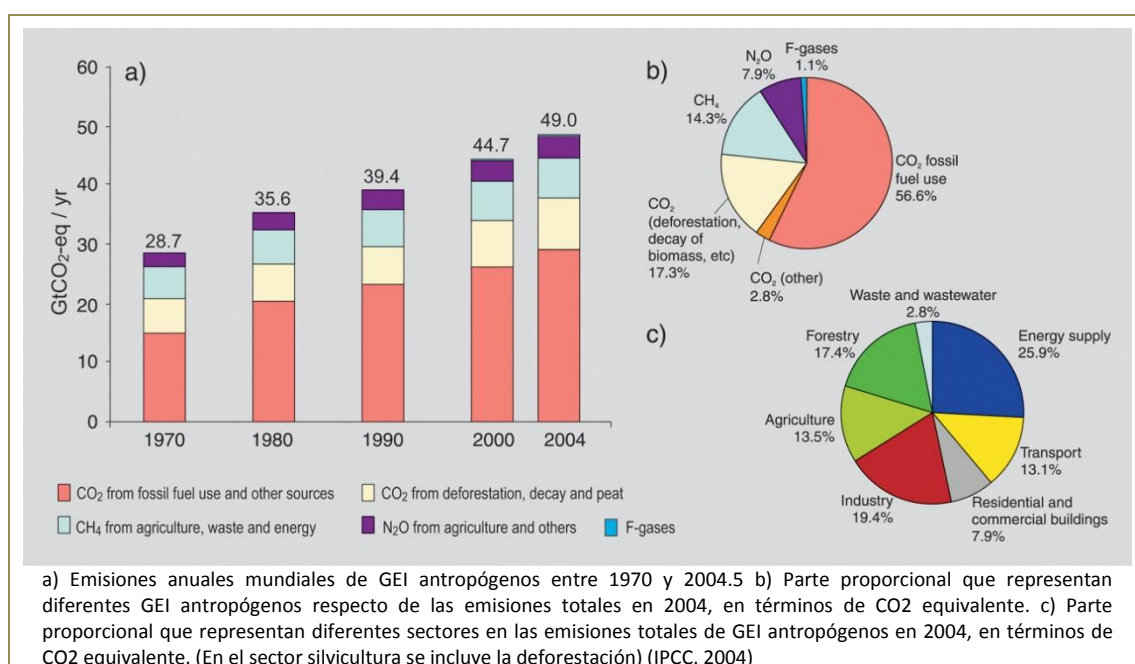


Figura 1. 5: Evolución y fuentes de emisiones antropogénicas (IPCC, 2007)

No se debe olvidar el marco en el que la sociedad se encuentra. Las diferencias entre los países en términos de ingresos por habitante, de emisiones por habitante y de intensidad energética siguen siendo considerables (IPCC, 2007). En 2004, los países del Anexo I de la UNFCCC representaban un 20% de la población mundial, producían un 57% del producto interno bruto mundial en términos de paridad de poder adquisitivo, y aportaban un 46% de las emisiones mundiales de GEI (Figura 1. 6).

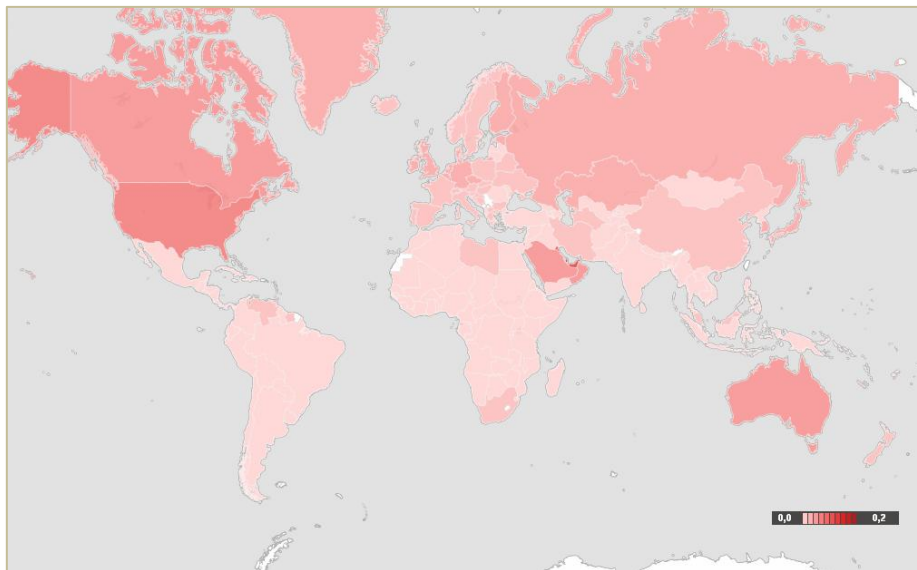


Figura 1. 6: Emisiones en toneladas métricas de CO₂e per cápita para el período 2008-2012. (Banco Mundial, 2013)

1.2.3. Historia y respuesta al Cambio Climático

1.2.3.1. Marco internacional

La revolución industrial a mediados del siglo XVIII marca el comienzo de un nuevo cambio climático. Fue en el siglo XIX cuando empezó a tomarse conciencia de que el CO₂ emitido a la atmósfera podía derivar en un aumento de la temperatura del planeta a consecuencia de un efecto invernadero, y en el siglo XX era cada vez más evidente que el aumento de las concentraciones de los GEI en la atmósfera eran fruto de la actividad humana.

En una Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en 1968, se decidió convocar por primera vez una Conferencia sobre el Medio Humano, advirtiendo la *"deterioración constante y acelerada de la calidad del medio humano"* (ONU, 1968). En 1972 se celebró en Estocolmo la primera gran conferencia de la ONU sobre cuestiones ambientales internacionales: "Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo" o más comúnmente conocido como "Cumbre de la Tierra", y entre cuyos 26 principios está que "los recursos naturales tienen que ser preservados" o que "ha de mantenerse la capacidad de la Tierra de producir recursos renovables" (Clarke y Timberlake, 1982). A raíz de esta conferencia se crearía el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), una institución en la ONU que se encarga de proporcionar liderazgo y promover los esfuerzos conjuntos para el cuidado del medio ambiente.

Años más tarde, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas escribiría el "Informe Brundtland" (WCED, 1987), en el que se definió, como se ha mencionado, el concepto de desarrollo sostenible. Entre las medidas que indica el informe constan algunas soluciones como la disminución del consumo de energía, el desarrollo de la tecnología para el uso de fuentes de energía renovables y el aumento de la producción industrial en los países no industrializados por medio de una tecnología adaptada ecológicamente como corresponde.

En 1988, la Organización Meteorológica Mundial y el PNUMA crearon el IPCC, cuya función consiste en *"analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo"* (IPCC, 2013). Realizan informes periódicos de información científica, técnica y socio-económica sobre el cambio climático, sus causas, sus posibles efectos, y las medidas de respuesta correspondientes por lo que, aunque no realizan sus propias investigaciones, son un referente al *"poner las bases para tomar las medidas necesarias para contrarrestar ese cambio"* (Nobel, 2007).

Sin embargo, fue en el 1992 en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro cuando se reconoció internacionalmente la necesidad de actuar ante el problema del cambio climático y se adoptaron diversas iniciativas para promover el desarrollo sostenible:

- Programa 21, plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local, por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las que ocurren impactos humanos sobre el medio ambiente.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conjunto de principios que define los derechos y deberes de los Estados.
- Declaración de principios relativos a los bosques, conjunto de principios básicos para apoyar el manejo sostenible de los bosques a nivel mundial.
- Convenio sobre la Diversidad Biológica, para la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos.

Además, se creó la convención llamada UNFCCC, fijando un marco global para las iniciativas gubernamentales en pos de la lucha contra el cambio climático. El



organismo principal de la UNFCCC es la Conferencia de las Partes (COP), el máximo órgano responsable de la toma de decisiones frente a la lucha contra el cambio climático. Los países miembros se reúnen anualmente en estas conferencias para evaluar la situación del cambio climático y la situación del tratado Marco. También se examinan las distintas medidas adoptadas en la lucha contra el cambio climático y la generación de emisiones de GEI, se toman decisiones para el desarrollo de nuevas normas y se negocian nuevos acuerdos y compromisos.

A continuación, en el año 1998, se firma el Protocolo de Kioto elaborado por la COP 3. Su objetivo principal era reducir las emisiones en un 5,2% para el año 2010 respecto a los niveles de 1990. Entró en vigor el 16 de febrero de 2005 con la ratificación de 184 países (entre los cuales no se encuentra Estados Unidos, y tampoco imponen objetivos de reducción a los países en desarrollo como China, India, Brasil o México).

Además de los objetivos citados, el Protocolo introduce, con objeto de facilitar a los países desarrollados la reducción de las emisiones, los llamados mecanismos de flexibilidad: los Mecanismos de Desarrollo Limpio, la Aplicación Conjunta y el Comercio de Derechos de Emisión.

Desde entonces se han ido celebrando anualmente las COP y así seguir la evolución de lo marcado en el Protocolo de Kioto. A continuación se describen los acuerdos más importantes alcanzados en las dos últimas Conferencias de las Partes:

COP 17 Durban (2011)

Se refuerza el marco multilateral de lucha contra el cambio climático gracias a tres elementos centrales de un paquete de decisiones:

- Un proceso para determinar un marco legal, aplicable a todos los países, a partir de 2015 que facilite la acción climática. Se acuerda la "Plataforma de Durban" que hace referencia a la creación de un nuevo instrumento legal a partir del año 2015 para limitar y fijar un reparto de emisiones en función del crecimiento de cada país.
- La puesta en marcha del Fondo Verde para el Clima.
- La continuación del Protocolo de Kioto a través de un segundo período de compromiso hasta el año 2020.

COP 18 Doha (2012)

El objetivo es sentar las bases para un acuerdo climático que asegurara que el aumento de temperatura global no superara los 2º C, umbral estimado a partir del cual existe un grave riesgo de desestabilización del sistema climático que puede producir impactos de consecuencias impredecibles. Tras difíciles negociaciones, se alcanzaron los siguientes acuerdos:

- Prolongar el Protocolo de Kioto hasta el año 2020 sin la presencia de Rusia, Japón ni Canadá, entre otros. Por tanto su prórroga supone apenas el 15 por ciento de las emisiones globales.
- Crear un Fondo Verde hasta el año 2020 como continuación a Kioto en proyectos de adaptación y mitigación del cambio climático para países en desarrollo.
- Redactar un nuevo acuerdo que contemple el 100% de las emisiones para el año 2015 que debe incluir a Estados Unidos, China, India y Rusia.

Estos acuerdos alcanzados en Doha han sido criticados por un lado por su falta de ambición en términos de reducción de emisiones por parte de los países desarrollados y, por otro lado, por los escasos compromisos de financiación para ayudar a los países en desarrollo para responder al cambio climático. Si bien el Presidente de la COP enfatizó repetidamente que ningún país estará completamente satisfecho con los acuerdos (PNUD, 2012).

En los últimos años, paralelo a este esfuerzo en la lucha contra el cambio climático consistente en la mitigación, ha surgido la necesidad de crear una estrategia complementaria a ésta: la adaptación. Es decir, la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas (IPCC, 2001). Aunque en un principio la adaptación al cambio climático se enfocaba al sector público, cada vez están surgiendo más estrategias para acercarla al ámbito empresarial.

En este marco de lucha contra el cambio climático hay que añadir la labor realizada por el Proyecto "*Carbon Disclosure Project*" (CDP), una organización independiente, sin fines lucrativos, que posee la mayor base de datos globales sobre impacto climático corporativo. CDP publica anualmente informes analíticos, elaborados por las organizaciones asociadas al proyecto, con un análisis de las tendencias y acciones más importantes que se están llevando a cabo. Otra iniciativa es la llamada "*Global Reporting Initiative*" (GRI), organización creada en 1997 cuyo fin es



impulsar la elaboración de memorias de sostenibilidad en todo tipo de organizaciones. En este intento de acercar la adaptación a nivel corporativo, destacan también la “*Private Sector Initiative*” de la UNFCCC, la “*United Kingdom Climate Impacts Programme*” en Reino Unido y “*Climate Change Knowledge Portal*”, creado por el Banco Mundial.

1.2.3.2. Situación en la Unión Europea

La Unión Europea, en consonancia con los objetivos y compromisos internacionales adquiridos, posee una política integrada de cambio climático y energía y ha desarrollado dos estrategias diferentes:

- Objetivos a alcanzar en 2020: El objetivo es reducir un 20% las emisiones de CO₂ respecto a 1990 en el año 2020 mediante la utilización de un 20% de energías renovables y un ahorro del 20% en la futura demanda de energía.
- Objetivos a alcanzar en 2050: El objetivo es la reducción de las emisiones de GEI entre un 80% y 95%.

Además se han implantado otras medidas oficiales, a través de reglamentos, decisiones y directivas, con el fin de cumplir con los objetivos asumidos en el Protocolo de Kioto. Algunas de estas son: el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes y el Sistema de Comercio de Emisiones de la UE (EU ETS, por sus siglas en inglés). A continuación se enumeran los últimos reglamentos, decisiones y directivas en materia de emisiones de GEI:

- Reglamento (UE) no 601/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Reglamento (UE) nº 600/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, relativo a la verificación de los informes de emisiones de gases de efecto invernadero y de los informes de datos sobre toneladas-kilómetro y a la acreditación de los verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Decisión de la Comisión, de 26 de marzo de 2013, por la que se determinan las asignaciones anuales de emisiones de los Estados miembros para el período de 2013 a 2020, de conformidad con la Decisión no 406/2009/CE

del Parlamento Europeo y del Consejo [notificada con el número C(2013) 1708]

- Real Decreto 234/2013, de 5 de abril, por el que se establecen normas para la aplicación del Reglamento (CE) nº 66/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la etiqueta ecológica de la Unión Europea.
- Recomendación de la Comisión, de 9 de abril de 2013, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida.
- Decisión no 377/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2013, que establece una excepción temporal a la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad.
- Decisión no 529/2013/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2013, sobre normas contables aplicables a las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero resultantes de actividades relativas al uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura y sobre la información relativa a las acciones relacionadas con dichas actividades.
- Reglamento (UE) no 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2013, relativo a un mecanismo para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y para la notificación, a nivel nacional o de la Unión, de otra información relevante para el cambio climático, y por el que se deroga la Decisión no 280/2004/CE.

En paralelo con estas estrategias de mitigación, la Comisión Europea ha desarrollado diferentes estrategias de adaptación, entre los cuales destacan los siguientes hitos:

- Libro verde de Adaptación (2007)
- Libro Blanco de Adaptación (2009)
- Plataforma Europea de Adaptación al Clima (2013)

1.2.3.3. Situación en España

El objetivo principal del Protocolo de Kioto era reducir las emisiones en un 5,2% para el año 2010 respecto a los niveles de 1990, para lo cual la Unión Europea tenía que reducirlas en un 8%. A España como país se le permitió un crecimiento del 15% por su menor desarrollo. En 2008 el balance del crecimiento fue del 42,7%

tras alcanzar un pico del 52%. Se trató de la mayor divergencia a nivel país en relación con los objetivos acordados en la UE (PwC, 2011). Sin embargo, las emisiones de GEI de España han descendido desde ese 2008. En 2010 se destaca un descenso del 3,7% respecto a 2009 (MAGRAMA, 2011). Así, el índice de referencia para el Protocolo de Kioto se sitúa un 19,4% por encima del año de referencia 1990 (MAGRAMA, 2013) (Figura 1. 7). Estos resultados suponen un progreso muy importante en relación con el objetivo del 15% para España en el marco del compromiso de la UE para Kioto.

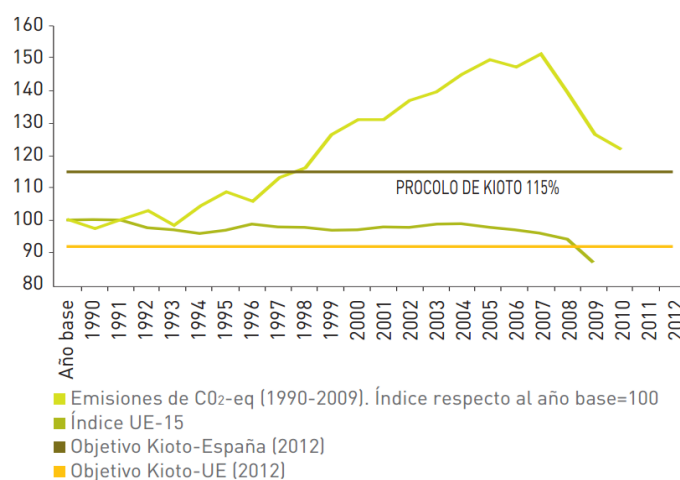


Figura 1. 7: Emisiones en toneladas de CO₂-equivalente de GEI en España (1990-2010) y la UE (1990-2009). (OSE, 2011)

En la Figura 1. 7 se aprecia la evolución de las emisiones de CO₂eq en España durante el periodo 1990-2010. Puede verse que la tendencia desde 2008 ha sido claramente descendente, coincidiendo con la crisis y la caída del consumo energético y de la actividad industrial, en general, por lo que se prevé que la tendencia de los siguientes años será también descendiente. Se hace necesario que las reducciones de estos años pasados se consoliden y profundicen más allá de las circunstancias de crisis económica, para que las emisiones no se disparen al final del periodo de compromiso si la situación económica cambia de ciclo.

Pese al descenso a partir del 2008, la dificultad de cumplir con los compromisos para el periodo 2008-2012 ha hecho que España haya gastado hasta ahora 770 millones de euros en compras de derechos (Méndez, 2012). La última compra de derechos de emisión se realizó a finales de 2012 con una adquisición de derechos a Polonia por valor de 50 millones de euros.

Según las emisiones por sectores, el descenso más acusado en 2010 con respecto a 2009 es el de la combustión en la producción y transformación de energía, con un descenso del 18,8%. Como se puede apreciar en la Figura 1. 8, el sector que más

emite es el de transporte por carretera, emitiendo un 23,8%, el cual ha reducido sus emisiones un 3,0%. La mayoría de los sectores disminuyeron sus emisiones, aunque hay otras que las aumentaron, entre los cuales está la agricultura, que aumentó un 5,7%, principalmente debido al importante aumento del consumo de fertilizantes minerales.

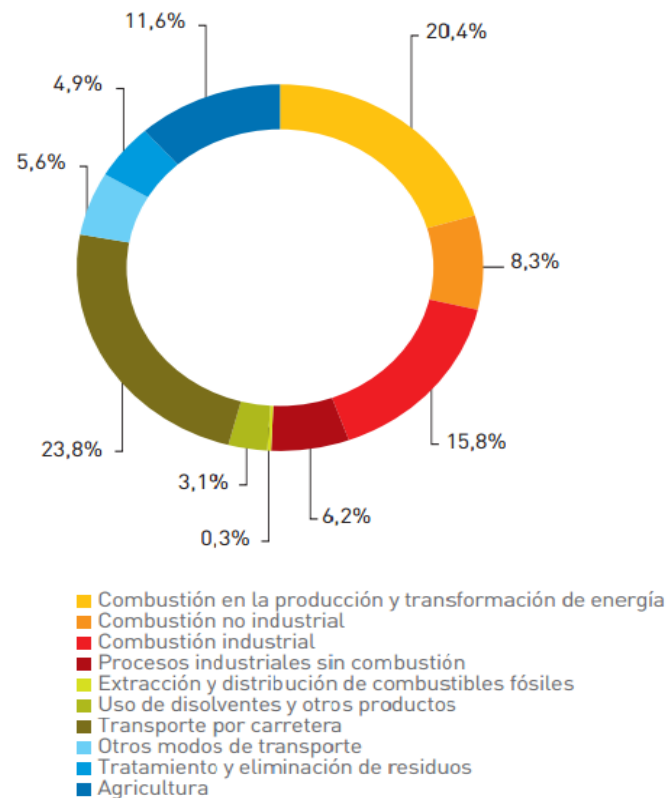


Figura 1. 8: Emisiones de GEI en España por sectores (2010) (MARM, 2011)

España está comprometida con el proceso de desarrollo sostenible desde su inicio. Participó en la Cumbre de Río y ratificó sus Convenciones. Como Estado miembro de la UE jugó un papel activo en la negociación del Protocolo de Kioto. La política de actuación en lucha contra el cambio climático se encuentra reflejada en la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia, Horizonte 2007-2012-2020, que forma parte de la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible. Sus principales objetivos son los siguientes (MMA, 2007):

- Asegurar la reducción de las emisiones de GEI en España, dando especial importancia a las medidas relacionadas con el sector energético.
- Contribuir al desarrollo sostenible y al cumplimiento de nuestros compromisos de cambio climático fortaleciendo el uso de los mecanismos de flexibilidad basados en proyectos.
- Impulsar medidas adicionales de reducción en los sectores difusos.



- Aplicar el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (MMA, 2006) promoviendo la integración de las medidas y estrategias de adaptación en las políticas sectoriales. En este contexto destaca la creación de dos estrategias en 2013:
 - o AdapteCCa, una plataforma de intercambio y consulta en información sobre adaptación al Cambio Climático en España, y
 - o Iniciativa ADAPTA, proyecto para integrar la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial.
- Aumentar la concienciación y sensibilización pública en lo referente a energía limpia y cambio climático.
- Fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación en materia de cambio climático y energía limpia.
- Garantizar la seguridad del abastecimiento de energía fomentando la penetración de energías más limpias, principalmente de carácter renovable, obteniendo otros beneficios ambientales (por ejemplo, en relación a la calidad del aire) y limitando la tasa de crecimiento de la dependencia energética exterior.
- Impulsar el uso racional de la energía y el ahorro de recursos tanto para las empresas como para los consumidores finales.

1.3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

No existe una definición oficial por parte de ningún organismo nacional o internacional, sin embargo la ONU describe los indicadores como: *"Herramientas para clarificar y definir de forma más precisa, objetivos e impactos (...) son medidas verificables de cambio o resultado (...) diseñadas para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso (...) con respecto a metas establecidas"* (1999, ONU). Es decir, un indicador es un signo que ofrece información más allá del dato mismo, permitiendo un conocimiento más comprensivo de la realidad a analizar. Es, en definitiva, una medida de la parte observable de un fenómeno que permite valorar otra porción no observable de dicho fenómeno (Chevalier et al., 1992).

Las tres funciones básicas de los indicadores (Mondragón-Perez, 2012) son la simplificación, la cuantificación y la comunicación. Son, en definitiva, elementales para evaluar, dar seguimiento y predecir tendencias de la situación, así como para valorar el desempeño encaminado a lograr las metas y objetivos fijados.

En la gestión ambiental se utilizan para tres propósitos (Bermejo, 2001): a) suministrar información sintética para evaluar las dimensiones de los problemas; b) establecer objetivos; y c) controlar el cumplimiento de los objetivos. Pueden utilizarse además para incrementar el grado de conciencia en las personas pertenecientes a la organización.

Como resultado de la Conferencia de Río (ONU, 1992) se adoptaron diversas iniciativas para promover el desarrollo sostenible, entre las que se señala la necesidad de que toda organización elabore indicadores del desarrollo sostenible, con la finalidad de alcanzar los objetivos del Programa 21. Los indicadores de sostenibilidad deberían tratar más aspectos que los indicadores de crecimiento; deberían tratar la eficacia, suficiencia, equidad y calidad de vida (Meadows, 1998). Desde entonces han sido muchas las líneas de trabajo sobre indicadores de desarrollo sostenible.

1.3.1. Huella de Carbono

La Huella de Carbono (HC) es el conjunto de GEI que son emitidos de manera directa e indirecta a la atmósfera por un individuo, organización, evento, producto o servicio (Wiedmann y Minx, 2008), y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases.



A pesar de su uso generalizado, todavía no hay una clara definición que sea comúnmente aceptada, ni tampoco una metodología definida, lo que ha posibilitado que surjan diferentes interpretaciones del indicador (Carballo et al., 2009).

Una de estas diferencias se relaciona con los gases incluidos en el análisis. En función del rigor metodológico de análisis, algunos estudios prefieren que la HC incluya varios GEI, expresando la HC en toneladas CO₂e (Dómenech, 2004; Carbon Trust, 2007). Otros prefieren dar peso al rigor metodológico y limitarse exclusivamente al GEI más estudiado e importante, el CO₂ (Wiedmann y Minx, 2008). Los GEI considerados usualmente son CO₂, CH₄ y N₂O.

1.3.1.1. Situación actual

La situación actual del indicador HC se puede enmarcar en un análisis DAFO (Álvarez, 2012):

Fortalezas y Oportunidades:

- Beneficios duraderos en el tiempo. Los cambios generados por el uso de la HC en el análisis de patrones de producción y hábitos de consumos perduran en el tiempo.
- Puede aplicarse a cualquier actividad, lo que le convierte en un indicador perfecto para la inmersión social.
- Implantar estrategias de reducción de emisiones por medio del HC es barato. Las curvas de costo de abatimiento de GEI proporcionan una base cuantitativa para las discusiones sobre qué acciones serían las más efectivas (McKinsey & Company, 2009)
- Los inversores cada vez están más interesados en empresas con imagen verde. La base de los inversores tras el Carbon Disclosure Project creció de 35 inversionistas con activos por 4,5 billones de dólares en 2003 a 655 inversores con activos de 78 billones de dólares en 2012 (CDP, 2012).
- Las herramientas para cálculo de HC están disponibles de manera libre, no hace falta esperar nuevas tecnologías (WRI y WBSCD, 2013).
- La crisis económica actual no ha impedido que el empleo verde haya crecido. En el período 2008-2012 ha crecido un 25%, lo que le convierte en uno de los sectores con mayor potencial de crecimiento (EU, 2012).
- Hay un importante efecto multiplicador a lo largo de la cadena de valor. Más del 75% de las emisiones de muchas economías se pueden atribuir directa o indirectamente al consumidor (Heal, 2011).

- Se estima que el mercado mundial de bienes y servicios ambientalmente amigables es de 4,2 billones de euros (6% del PIB mundial).

Amenazas y debilidades:

- Dicotomía del concepto: existen dos enfoques diferentes, uno de organización y otro de producto, lo que puede crear confusiones.
- Proliferación de metodologías: Según informes de la Comisión Europea (2010) se contabilizan un total de 62 metodologías con enfoque a producto y 80 orientadas a organizaciones. Cuando una empresa se enfrenta diversas metodologías de cálculo, la incertidumbre se incrementa y surge el cuestionamiento de dicho indicador y su veracidad respecto de la relación con el ambiente (Weidmann, 2009; Bowling y Gibbon, 2009).
- Es difícil establecer los límites del cálculo con un mismo criterio. Los criterios de corte deben ser objetivos y no deberían variar en función del analista.
- El indicador no considera otras categorías de impacto diferente al cambio climático como por ejemplo el agotamiento de los recursos, la acidificación, o la toxicidad, entre otros.

Son muchos los agentes que están trabajando en transformar estas debilidades y amenazas en fortalezas y oportunidades. A continuación se presentan algunos avances que se están dando en relación a las debilidades y amenazas anteriormente expuestas:

- Dicotomía del concepto: Se espera que se solucione con el nuevo enfoque integrado. (OSE, 2011).
- Proliferación de metodologías: Se espera que se frene con las recientes publicaciones de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés). Estas nuevas publicaciones son: ISO/TS 14067:2013 denominada "*Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication*" y el informe técnico ISO/TR 14069:2013 llamado "*Greenhouse gases. Quantification and reporting of greenhouse gas emissions for organizations. Guidance for the application of ISO 14064-1*", siendo la referencia para el cálculo de HC en organizaciones.
- Dificil establecimiento de los límites: Se espera que técnicas input-output lo solucionen. Éstas técnicas modelizan las economías mundiales como un sistema cerrado donde se puede contabilizar las emisiones totales (directas e indirectas) o energía primaria (neta más pérdidas) necesarias para cada

euro invertido. La financiación con fondos de investigación europeo ha generado importantes avances en la confección y accesibilidad de estas tablas. Los últimos avances pueden consultarse de manera libre (WIOD, 2013).

- Consideración de otras categorías de impacto. Se espera que el avance la Huella Ambiental permita la incorporación de nuevas categorías de impacto (European Commission, 2013). Además destacan los avances realizados por la "Global Footprint Network", una red de más de 90 organizaciones en todo el mundo compuesto por profesionales del mundo de la "Huella". Prueba de estos avances es la Recomendación de la Comisión, de 9 de abril de 2013, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida.

1.3.1.2. Enfoques

Como se ha comentado, un punto de debilidad al analizar el indicador HC es la diversidad de enfoques que están cobrando importancia. Principalmente hay dos: (1) el dirigido al producto basado en el análisis el ciclo de vida (ACV) de dicho producto; y (2) el corporativo basado en la aplicación de inventario de GEI al mundo empresarial.

a) Enfoque a Organización

Los métodos y herramientas aplicados a la organización son en la mayoría parciales, pues permiten que los límites varíen según criterios de corte subjetivos. Esto compromete la comparabilidad (a menos que en el futuro se corrija esta situación). Hay que añadir a lo anterior la libertad que se deja para elegir el método de cálculo de huella, así como los factores de emisión, debiendo únicamente proceder de fuentes solventes (Figura 1. 9).



Figura 1. 9: Huella de Carbono con enfoque a organización (Doménech, 2011)

b) Enfoque a Producto

Las metodologías más utilizadas para el cálculo de la Huella de productos están basadas en el ACV, siendo las más utilizadas la ISO 14025 y PAS 2050. Consisten básicamente en recopilar toda la información sobre los consumos de materia y energía en cada una de las etapas por las que va pasando una determinada mercancía o producto (extracción, fabricación, transformación, transporte, almacenamiento, uso, etc.) y convertirla a emisiones de CO₂e. El principal problema que presenta es que exigen la participación de varias empresas de la cadena de valor, la adquisición de datos basada en los “procesos más relevantes” varía según el analista, así como los “criterios de corte” (pues la cadena de valor podría ser infinita) comprometen seriamente la comparabilidad entre productos (Figura 1. 10). A fin de ganar en comparabilidad se propone el cumplimiento de las Normas de Categoría de Productos (PCR, siglas en inglés), aprobadas dentro del marco de la ISO 14025 por el organismo suizo Envirodec. Aun así esta búsqueda de la comparabilidad se pierde por el uso de fuentes de datos que no tienen por qué responder a la actividad real de la empresa sino que puede sacarse de un amplio abanico de bases de datos.



Figura 1. 10: Huella de Carbono con enfoque a producto (Doménech, 2011)

c) Enfoque Integrado

El tercer tipo es el enfoque mixto a la organización y al producto, cuya principal ventaja es que aúna la visión corporativa a la de producto (Figura 1. 11). En este caso cada eslabón de la cadena de valor (cada organización) calcula su propia huella y la pasa al siguiente, acumulándose así hasta llegar al consumidor final. Esto permite que cada uno de ellos pueda poner su propia etiqueta a sus propios productos, facilitando así el proceso de ecoetiquetado global.

El esquema de cálculo busca primero el cálculo de las emisiones de la organización para acometer desde la visión global y completa el reparto de cargas en función de las fases de ciclo de vida consideradas en el producto o servicio que se genera.

Estas dos fases; (1) de abajo arriba, para el cálculo de la HC de organización y (2) de arriba abajo, para el cálculo de la HC de producto ya han sido estudiadas por diferentes investigadores mostrando ser una alternativa óptima dentro de la actual dicotomía del concepto.



Figura 1. 11: Huella de Carbono con enfoque integrado (Doménech, 2011)

1.3.1.3. Alcances, límites y calidad del dato

Antes de proceder al cálculo de HC es muy importante fijar los límites y alcances que abarcará el estudio.

a) Definición de alcances

La primera y más conocida categorización de alcances es la definida dentro del estándar GHG Protocol (WRI y WBSCD, 2004). Esta publicación define los alcances (ver Figura 1. 12) como:

Alcance 1: Emisiones directas de GEI

Son las que proceden de fuentes propias o las que están bajo control de la empresa como, por ejemplo, las emisiones procedentes de la combustión de combustibles fósiles de calderas, hornos, vehículos o emisiones que provienen de producción química.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI derivadas del uso de electricidad

Son las que se crean en la generación de la electricidad consumida en la actividad. Dichas emisiones físicamente no ocurren en el lugar de consumo sino en el de generación, pero la carga ambiental debe imputarse a la entidad que la utilice, ya que es responsable de dicha generación. El valor de emisión varía con el "Mix

energético”, que varía según la región, siendo mucho menor cuando en éste aumenta el porcentaje de energías renovables utilizadas en dicha generación.

Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI

Se recogen el resto de emisiones indirectas asociadas a la cadena de producción de bienes y servicios basados en los consumos de la organización de aquellas actividades de la empresa, que ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa. Este alcance tiene carácter voluntario, por lo que varían de unas empresas a otras.

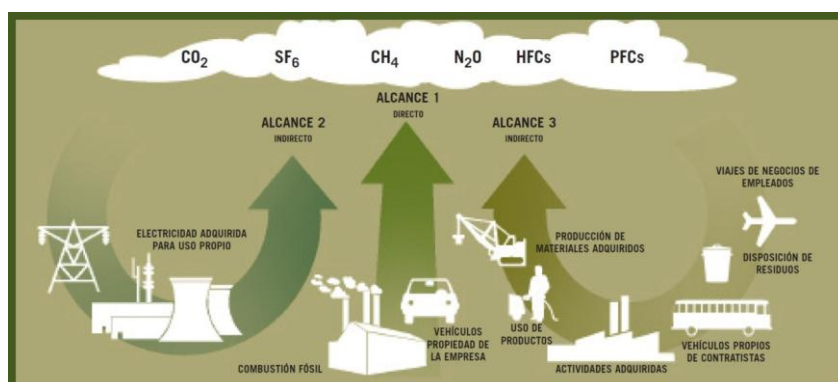


Figura 1. 12: Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor (WRI y WBSCD, 2004)

b) Límites del sistema

Los límites del sistema son un concepto en estrecha relación con el concepto de alcance dado que ambos definen las fronteras del estudio. Los límites del sistema generalmente se clasifican en:

Límites físicos

Son los más fáciles de delimitar, representan las barreras físicas de la organización objeto de estudio. Su delimitación es fundamental para establecer las emisiones asociadas al uso de suelo.

Límites organizativos

Son las unidades de organización a ser consideradas. Es importante establecer un organigrama y establecer criterios para la asignación de las emisiones generadas en las unidades de organización sobre las que se desea realizar el estudio.

De esta forma se evita uno de los errores más frecuentes que ocurren a la hora de realizar un estudio de HC, al dejar sin contabilizar determinadas emisiones, o bien, realizar una doble contabilidad de estas.



Límites operacionales

Sirven para definir las fuentes y sumideros que deben ser consideradas en el estudio. Estas fuentes y sumideros derivan de las operaciones relacionadas con las unidades organizativas o fases del ciclo de vida del producto o servicio que transmiten al mercado.

c) Calidad del dato

Finalmente, existe un nuevo concepto imprescindible para soportar el cálculo de HC: la calidad del dato. Para afrontarlo primero se debe entender la distinción entre dato primario y secundario.

Un dato primario es el que se obtiene a través de mediciones directas o el que se proporciona por el proveedor que certifica su medición. Es, por tanto, un dato próximo a la realidad local en estudio.

A veces la obtención de este dato primario tiene un alto coste o el proveedor no lo proporciona. Entonces se acude al denominado dato secundario, un dato proporcionado por fuentes más o menos fiables. Se trata de factores, bases de datos y herramientas que se acercan mediante simulaciones o patrones de comportamiento a una aproximación válida. (CarbonFeel, 2013)

Siempre que se pueda el cálculo debe apoyarse en datos primarios, ya que se acercan mejor a la realidad. El dato secundario no es más que una simplificación que provoca que prácticamente todas las empresas acaben dando los mismos resultados de sus estudios al apoyarse todas en los mismos datos de referencia. Póngase por ejemplo que una mesa de madera soporta determinada carga de carbono de acuerdo a un ciclo de vida elaborado en algunos estudios bajo determinadas condiciones. No es lo mismo comprar una mesa a un productor local que a uno que está a 10.000 km de distancia. Es más, el que obtiene su materia prima de la gestión forestal sostenible se vería penalizado al no tener en cuenta su verdadera carga de carbono.

Cuando se habla de calidad del dato, por tanto, se hace referencia a que el método de trabajo propuesto debe ir orientado hacia la elaboración y distribución de datos primarios (datos reales derivados de mediciones proporcionadas por el proveedor), y no al comercio de datos secundarios. El papel de los datos de carácter secundario debe ser visto como alternativa, no como fin (CarbonFeel, 2013).

1.3.2. Huella Ecológica

La Huella Ecológica nace de la necesidad de contar con un indicador integrado que muestre el impacto que genera una comunidad humana sobre su entorno. El concepto surgió en el inicio de los años noventa por el suizo Mathis Wackernagel, dirigido por su orientador del doctorado William E. Rees, en la Universidad de British Columbia, Canadá. El punto de partida de su tesis fue la capacidad de carga, el cual describe cuántos miembros de una especie en concreto puede soportar un hábitat determinado sin sufrir un impacto negativo significativo. También les inspiró el estudio "Los límites del Crecimiento" (Meadows et al., 1972), que trata sobre las dinámicas de crecimiento en un planeta con restricciones de recursos. En este estudio se concluyó que *"si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial"*.

Wackernagel y Rees decidieron darle la vuelta a la cuestión central sobre la capacidad de carga: en vez de preguntarse cuántas personas podría soportar la tierra, se preguntaron qué cantidad de área de tierra sería necesaria para soportar la población actual usando la tecnología actual. Así surgió el concepto de "apropiada capacidad de carga" (Wackernagel, 1991), que al año siguiente lo bautizarían como Huella Ecológica.

El concepto tuvo su máxima difusión en 1996, cuando ambos científicos publicaron el libro *"Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on Earth"* (Wackernagel y Rees, 1996). Esta metodología utiliza los avances en la colección de datos y en la comunicación para transformar la sostenibilidad desde un concepto a una meta medible (Wackernagel et al., 1999), y de esta forma asegurar el progreso de la humanidad hacia la sostenibilidad (Schneider y Samaniego, 2009).

La Huella Ecológica mide la cantidad de agua y tierra biológicamente productiva necesaria para producir los recursos requeridos por un individuo o población para su consumo y para absorber sus residuos, utilizando la tecnología existente y prácticas de gestión de recursos (Ewing et al. 2008). Permite visualizar el alcance y el tipo de demanda que la humanidad está imponiendo en dichos sistemas.

Asume como punto de partida que tanto el consumo de recursos como la generación de residuos pueden ser convertidos en la superficie productiva necesaria



para mantener estos niveles de consumo y que el balance final, puede ser tanto positivo como negativo (Carballo et al, 2008b).

Incluye sólo la superficie biológicamente productiva para uso humano, excluyendo, por ejemplo, desiertos y polos. No incluye áreas no productivas, áreas marginales con vegetación no distribuida homogéneamente, ni biomasa que no es usada por los humanos (Carballo et al, 2008b).

La huella ecológica considera distintas subhuellas, empleándose comúnmente estas seis (Carballo et al, 2008b):

- Cultivos: aquella superficie en la que los humanos desarrollan actividades agrícolas, suministrando productos como alimentos, fibra, aceites, entre otros.
- Pastos: área dedicada a pastos, de donde se obtienen determinados productos animales como carne, leche, cueros y lana.
- Bosques: la superficie ocupada por los bosques, de donde, principalmente se obtienen productos derivados de la madera, empleados en la producción de bienes, o combustibles como leña.
- Mar: la superficie marítima biológicamente productiva aprovechada por los humanos para obtener pescado.
- Superficie construida: área ocupada por edificios, embalses y otros tipos de infraestructuras, por lo que no es biológicamente productiva.
- Energía: al área de bosque necesaria para absorber las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles.

El cálculo de la huella ecológica se basa en cinco supuestos básicos (Wackernagel et al., 2002):

- Es posible contabilizar la mayor parte de los bienes consumidos y de los residuos generados.
- Los flujos de recursos y residuos se pueden transformar en la superficie biológicamente productiva necesaria para mantener esos flujos. Se omite en el cálculo de la huella aquellos flujos que no pueden contabilizarse en superficie.
- Se debe ponderar las áreas obtenidas en relación con su productividad, obteniendo superficies estandarizadas, denominadas hectáreas globales, que representan superficies con productividad media mundial.

- Dado que estas superficies representan usos excluyentes entre sí, y que cada hectárea normalizada representa la misma productividad, estas superficies se pueden agregar obteniendo una demanda total humana.
- El aporte de la naturaleza de superficie bioproductiva puede expresarse de igual forma en hectáreas globales de superficie biológicamente productiva.

Cuando el consumo humano supera la capacidad regenerativa de la biosfera, consumiendo el capital natural más rápido de lo que éste se regenera, con una reducción del stock existente, se produce el sobregiro (del inglés, "*overshooting*"), que no puede ser mantenido indefinidamente, pues en el largo plazo se consumiría el capital natural (Wackernagel y Silverstein, 2000, en Carballo et al., 2008a). El sobregiro es un fenómeno que puede ocurrir a nivel de países o regiones y llegar a ser global. Cuando se presenta la situación inversa, en la cual la huella ecológica es menor que la biocapacidad, es más difícil de interpretar las causas, puesto que no hay todavía formas de asegurar los límites asociados y algunas áreas quedan excluidas (Haberl et al., 2001).

La demanda de la humanidad sobre el planeta se ha más que duplicado durante los últimos 45 años como resultado del crecimiento de la población y del consumo individual. Las actividades humanas excedieron la biocapacidad total de la tierra por primera vez a principio de los años ochenta, manteniéndose la tendencia al alza, desde entonces (Wackernagel et al., 2002). En 2005, la demanda fue un 30% mayor que la oferta (WWF, 2008).

En 1961, casi todos los países eran capaces de satisfacer su propia demanda. En 2005, la situación cambió radicalmente. Muchos países pudieron satisfacer sus necesidades solamente mediante la importación de recursos y por el uso de la atmósfera global como un sumidero de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. En un mundo sobreexplotado, en particular los países con deuda ecológica enfrentan el riesgo del exceso local y global y de la correspondiente disminución de servicios del ecosistema, el sistema de apoyo de vida del que depende la humanidad (WWF, 2008). La Figura 1. 13 muestra el comportamiento de la huella ecológica entre los años 1961 y 2005.

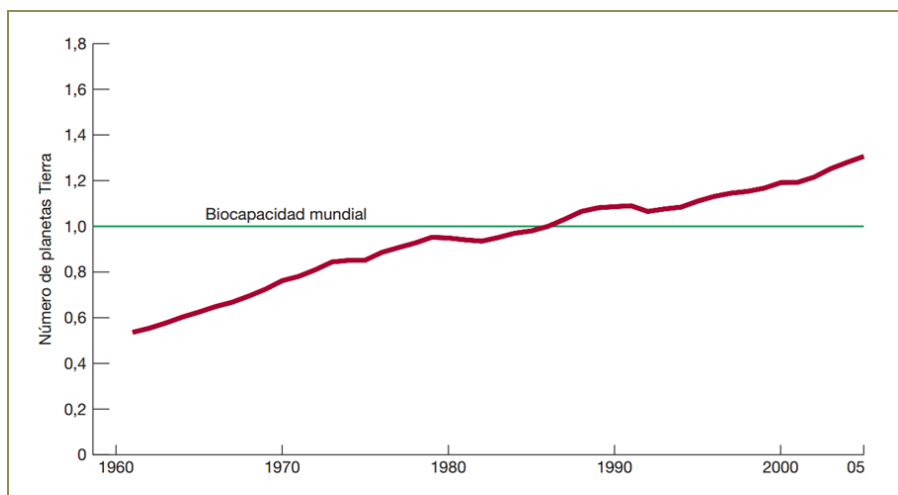


Figura 1. 13 : Huella Ecológica de la humanidad 1961-2005 (WWF, 2008)

La existencia del comercio permite el acceso a recursos situados en cualquier parte del planeta y por tanto fuera del territorio de referencia en el que el individuo, población o actividad se desarrolla. Por tanto, la HE recogerá la superficie apropiada desde una perspectiva global, y no local, lo cual tiene sentido considerando el mundo globalizado en el que vivimos hoy en día. Sin embargo, la contribución a la HE correspondiente a la superficie construida sí está vinculada al territorio de referencia ocupado por el individuo, población o actividad, ya que se tiene perfecta constancia de cuál es su ubicación y sus dimensiones. Por último cabe decir que las unidades en las que se mide la HE son genéricamente hectáreas, si bien la HE puede expresarse en términos de "ha/cápita", "ha/año", etc. según la realidad en estudio. De esta manera se abre un extenso abanico de posibilidades en la aplicación de este indicador, destacando su enfoque a organizaciones y productos, permitiendo éste la introducción del indicador en el ámbito empresarial y expandiendo de esta manera sus posibilidades de uso (Blanquer, 2012).

1.3.3. Marco legislativo sobre empleo de indicadores tipo huella

"Todas las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Reino Unido deben calcular su HC de forma obligatoria desde el 6 de abril de 2013" (Sopelana, 2013). Es por ello que se están dando pasos en diferentes países de cara a que se integre la medición de la HC en todo el tejido empresarial y ya hay experiencias de mercados que han restringido su entrada a productos sin certificado de HC.

España debe cumplir con el Compromiso bajo el Paquete Energía y Clima UE27 que fija para 2020 el objetivo de un 10% de reducción en el conjunto de sectores difusos respecto a 2005. Tras el pago de 770 millones de euros en lo relacionado

con los derechos emisión (Méndez, 2012), España es consciente de la necesidad de aprobar nuevas regulaciones y convocatorias para reducir sus emisiones de GEI. En este sentido el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente va a plantear un Proyecto de reducción en las empresas, dirigido sobre todo a las pequeñas y medianas empresas, llamado "Proyecto Huella de Carbono". El objetivo final del proyecto es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estimular a las empresas a que calculen su huella de carbono y establezcan planes para su reducción o compensación, y promover sistemas de eficiencia energética. El proyecto consta de tres registros voluntarios (Magro, 2013):

- Primer registro: Cálculo y registro oficial de la HC para empresas. A partir de ahí, esas empresas tendrán un sello nacional con el objetivo de acreditarlo.
- Segundo registro: Para todas las empresas e instituciones que cuenten con proyectos forestales o de silvicultura en España.
- Tercer registro: para conectar a las empresas que quieren compensar su huella de carbono con las que tienen los proyectos en nuestro país, de manera que la compensación se haga en España, a través de sumideros forestales.

En la Tabla 1. 2 se recoge el marco legislativo actual sobre la HC en España.

Tabla 1. 2: Marco Legislativo sobre Huella de Carbono en España (García, 2013).

Ámbito	Instrumento	Observaciones
Criterios ambientales en la compra y contratación pública	Plan de contratación pública verde (Orden PRE/16/2008)	Incorpora criterios ambientales (materiales reciclados, criterio de sostenibilidad, madera legal...).
	Ley de contratos del sector público (Ley 30/2007 del 30 de octubre)	Solvencia técnica, gestión ambiental, pliego de condiciones, etc.
	Ley de economía sostenible (Ley 2/2011 del 4 de marzo)	Las entidades públicas estatales incluirán en sus contrataciones: – Condiciones de ejecución relativas a GEI. – Criterios de sostenibilidad ambiental. – Principios de ahorro y eficiencia en la contratación. – Adquisición de vehículos según impacto energético.
Inclusión de la Huella de Carbono en la contratación pública	Plan de contratación pública verde (Orden PRE/16/2008)	Dentro de este Plan, la Oficina Española de Cambio Climático está desarrollando un proyecto para incluir la HC como criterio en algunas contrataciones públicas, como obras, concesiones de obra pública, suministros, servicios y gestión de servicio público.
	Autodeclaración y Plan de	Alcance fácilmente reportable, sin complejidad



Ámbito	Instrumento	Observaciones
	mejora de HC	ni costes asociados para las empresas. El alcance de partida no presenta dudas de aplicación y permitirá a los sectores evolucionar en el tiempo hacia un nivel de mayor detalle alcances 1 y 2. Se facilitará una guía para el cálculo y para el plan de mejora.
Sistema de compensación de Huella de Carbono	Art. 90, Ley de Economía sostenible	La Huella de Carbono puede ser compensada mediante proyectos de: - Reducción de emisiones. - Absorción de emisiones.

Otra Huella que no se ha analizado en el presente estudio pero que cada vez está cobrando mayor importancia es la Huella Hídrica. España es el primer país que ha incluido el análisis de dicho indicador en la política nacional en el contexto de la Directiva Marco del Agua de la UE (2000/60/CE). En 2008 el Gobierno español aprobó un reglamento que exige el análisis de la huella hídrica para el desarrollo de los planes hidrológicos de cuenca de acuerdo con la Directiva Marco del Agua (BOE, 2008). Otra reciente regulación española sobre turismo sostenible menciona también la Huella Hídrica (BOE, 2011).

La predicción es que a partir de 2013 se fomentará la medición y se realizarán numerosos cálculos de este tipo de Huellas, así como de etiquetas ecológicas y energéticas de los productos ligadas al concepto de ciclo de vida y la prevención por ecodiseño (Ihobe, 2013).

1.4. OBRAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE RIBERAS

1.4.1. Uso y abuso de los ecosistemas fluviales

Los ríos han sido los ecosistemas más aprovechados por el hombre a lo largo de la historia, suministrando agua y pesca, entre otros. Su característica más atractiva es el movimiento unidireccional de la corriente, constituyendo un recurso renovable, un sistema rápido de transporte y de remoción de desechos, y una fuente potencial de energía. Sin embargo, los ríos españoles no llegan a ocupar más del 1,1 % del territorio español (Suárez y Vidal-Abarca, 2012).

Son muchas las actividades humanas que alteran los componentes de los ecosistemas fluviales (Boon, 1992), y cada vez en mayor medida estas actividades afectan a superficies mayores, a grandes distancias desde donde se producen, y con mayor intensidad en función del creciente poder tecnológico y de desarrollo de los países.

Los cambios de uso del suelo, por ejemplo, son responsables directos de la pérdida de muchos servicios de regulación como el control de la calidad del aire, la regulación morfosedimentaria y formación de suelo o la capacidad para amortiguar las perturbaciones naturales. De hecho, las llanuras aluviales españolas prácticamente han desaparecido como ecosistemas naturales, dado que más del 93% están ocupadas por la agricultura y por zonas urbanas (Miguel García et al., 1982), y los bosques de ribera tan solo ocupan, en el mejor de los casos, una estrecha banda de las orillas de los ríos. A pesar de la escasa superficie que ocupan, estos bosques ribereños almacenan casi 500 Giga-gramos de CO₂ al año, lo que supone el 0,12% del total de emisiones en España en el año 2008 (MARM, 2010).

A continuación se presentan las principales actividades humanas que afectan a los sistemas fluviales (Boon, 1992):

- Inter-cuenca:
 - Contaminación atmosférica y deposición ácida
 - Transvases entre cuencas
- Intra-cuenca:
 - Cambios de uso del suelo:
 - a) Repoblación y deforestación
 - b) Urbanización
 - c) Desarrollo agrícola



- d) Drenajes
- e) Vías de infraestructura
- Actividades en las riberas y llanura de inundación:
 - f) Remoción de la vegetación de riberas
 - g) Obras de defensa contra avenidas
 - h) Dragados y canalizaciones
 - i) Extracción de áridos
 - j) Agricultura y plantaciones de choperas
 - k) Pastoreo
 - l) Actividades recreativas
- Impactos dentro del río:
 - m) Regulación de caudales (presas)
 - n) Contaminación orgánica e inorgánica
 - o) Contaminación térmica
 - p) Abstracción/incorporación de caudales
 - q) Explotación de especies nativas
 - r) Introducción de especies exóticas
 - s) Navegación

La conservación de los ecosistemas es hoy día un objetivo ampliamente aceptado en el mundo. Algunos de los motivos que se pueden aludir para justificar la restauración y conservación de los ecosistemas naturales son:

1. Mantenimiento de los ecosistemas que soportan la vida
2. Valor práctico (ej. Control de la erosión, potencial terapéutico, potencial genético para especies cultivadas, etc.)
3. Importancia económica (ej. Minerales, turismo, etc.)
4. Investigación científica
5. Educación
6. Valor estético y recreativo
7. Consideraciones éticas

1.4.2. La ribera del río

Las riberas de los ríos, en sentido amplio, representan las zonas más próximas a los cauces. Son espacios abiertos que bordean a los ríos estableciendo su límite, y constituyen a la vez una zona de transición entre los sistemas terrestres de la ladera y los acuáticos del cauce.

La Ley de Aguas, en el Artículo 6 del Capítulo II define Riberas como las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces (Ley de Aguas, 1985; Real Decreto Legislativo, 2001). Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal, y tal y como se puede apreciar en la Figura 1. 14:

- A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura, para uso público que se regulará reglamentariamente.
- A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

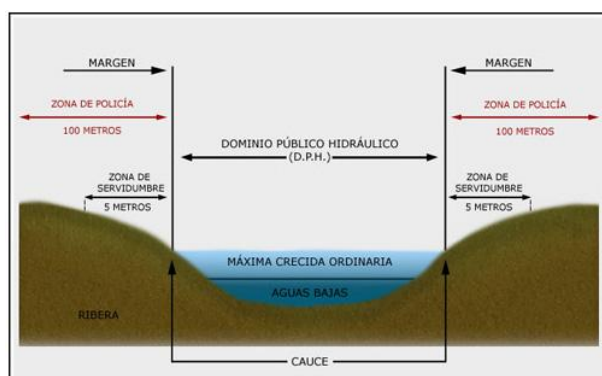


Figura 1. 14: Sección del río (MAGRAMA, 2013)

Sin embargo, los sistemas de ribera afectan a una zona mucho más extensa, quedando fácilmente identificada por tener un nivel freático muy alto, debido a su proximidad al cauce, y sustentar una vegetación característica, ligada a la constancia de la humedad en el suelo. Esta vegetación en condiciones naturales parece siguiendo el trazado del río, formando un elemento lineal del paisaje (bosque de galería) con un papel fundamental en la calidad del paisaje y en el mantenimiento de la conectividad, ejerciendo funciones de corredor (Anderson y Danielson, 1997; Burel y Baudry, 1995; Haas, 1995) y de barrera (Reed *et al.*, 1996). Sin embargo, la planificación territorial y la conservación de la naturaleza suelen realizarse a determinadas escalas a las que estos elementos pasan desapercibidos (Sastre, 1999; Sastre y de Lucio, 1998). En la Figura 1. 15 se ven las anchuras ripícolas estimadas de los ríos en EEUU, las cuales distan mucho de las anchuras establecidas en la Ley de Aguas.

Orden	Número	Longitud media (km)	Longitud total (km)	Anchura ripícola (m)	Superficie ripícola total (km ²)
1	1.570.000	1,6	2.256.130	3	7.578
2	350.000	3,7	1.295.245	6	7.771
3	80.000	8,5	682.216	12	8.187
4	18.000	19,3	347.544	24	8.341
5	4.200	45,1	189.218	48	9.082



Orden	Número	Longitud media (km)	Longitud total (km)	Anchura ripícola (m)	Superficie ripícola total (km ²)
6	950	103,0	97.827	96	9.391
7	200	236,5	47.305	192	9.082
8	41	543,8	22.298	384	8.562
9	8	1.250,2	10.002	768	7.681
10	1	2.896,2	2.896	1536	4.449

Figura 1. 15: Orden jerárquico, número estimado, longitud media y total y anchura media de la franja ripícola de los diferentes ríos y cursos de agua, así como superficie total ocupada por áreas de ribera en EE.UU. (según Leopold et al, 1964; Brinson, 1993; Tockner y Stanford, 2002)

1.4.2.1. La vegetación riparia

Los bosques de ribera son ecosistemas de indudable valor, tanto desde el punto de vista ecológico como por su papel en la dinámica fluvial. Su importancia ecológica se ve especialmente revalorizada en la actualidad a causa del carácter relictivo de los sotos. El notable gradiente ecológico de los sotos propicia una riqueza biológica incomparable, dándose la máxima variedad de comunidades vegetales en un espacio reducido.

Pero el principal papel de los bosques de ribera radica en frenar la fuerza de los caudales de crecida e impedir la erosión de las orillas, de manera que el entramado de las raíces de un soto bien desarrollado y conservado constituye la defensa más efectiva contra la erosión fluvial, siendo igualmente el sistema de contención que menos cuidado y mantenimiento requiere.

Un bosque de ribera en situación de avenida aumenta la rugosidad de la orilla, generando turbulencias locales que dispersan la fuerza de la corriente y favorece la sedimentación diferencial de gravas, arenas y limos, formando un suelo aluvial muy rico (Ollero, 1990).

Tienen además muchas más funciones, las cuales se resumen a continuación:

1. Mejora del comportamiento hidrológico de la cuenca, favoreciendo en la llanura de inundación:
 - a. El almacenamiento de agua
 - b. El retraso de las avenidas
 - c. La reducción de los daños por erosión de márgenes
 - d. El depósito de sedimentos y partículas orgánicas
 - e. La reducción de la sedimentación aguas abajo
 - f. La mejora de la recarga acuífera

2. Control de la influencia de la cuenca, haciendo que la ribera actúe como zona tampón, donde se produce:
 - a. La retención de escorrentías y sedimentos
 - b. La retención de nutrientes, protegiendo la eutrofización de las aguas
3. Estabilización de la forma y trazado del cauce
4. Influencia sobre el funcionamiento del ecosistema fluvial, favoreciendo:
 - a. La formación de refugios
 - b. El sombreado del agua
 - c. El aporte de materia
5. Mejora el paisaje e interés cultural

En cuanto a las riberas peninsulares, los bosques quedan agrupados en las clases fitosociológicas *Querc-Fagetea* y *Nerio-Tamaricetea*, en las que el orden *Populetalia albae* es el que mayor número de asociaciones vegetales ibéricas comprende; otros órdenes son *Salicetalia purpureae* y *Tamaricetalia*.

1.4.3. Restauración de los ríos

Antes de iniciar la restauración de los ríos y sus riberas es requisito necesario conocer cuáles son los principales componentes del sistema fluvial, cómo funcionan y cuáles son las interrelaciones que mantienen entre ellos en condiciones naturales, considerando como elementos principales del sistema fluvial: su cuenca vertiente; el régimen de caudales (Richter et al., 1998; Richter y Richter, 2000; o Martínez Santa-María y Fernández Yuste, 2006 proponen metodologías para su caracterización); la morfología y dinámica del cauce; la fauna acuática; y la vegetación de las riberas. (González del Tánago y García de Jalón, 1995)

La restauración de los ríos tiene como objetivo retornar el cauce a un estado próximo al natural o previamente existente antes de su deterioro. Para ello debe procederse a dos actuaciones fundamentales:

- La recuperación de la llanura de inundación, con una vegetación adecuada en las riberas fluviales
- La recuperación de la morfología del cauce, en relación a su sección transversal, perfil longitudinal, trazado y redistribución de los sedimentos dentro del lecho

En la Tabla 1. 3 se propone una secuencia de eventos para llevar a cabo una restauración fluvial siempre teniendo en cuenta que debe tener más una tarea de tutoría, de orientación, de dar las condiciones mínimas necesarias, que la de



ejecutar actuaciones que dejen absoluta y aparentemente resuelto el problema, en fin; dejar que sea el río el que ponga en juego sus capacidades naturales de recuperación y realice la mayor parte del trabajo (Fernández y Martínez, 2008).

Tabla 1. 3: Fases del proceso de la restauración fluvial (Fernández y Martínez, 2008)

Fase	Funciones y componentes que se han de recuperar
Fase I	Recuperación del régimen hidrológico y de la calidad del agua
Fase II	Recuperación del espacio de libertad fluvial y de la morfología
Fase III	Recuperación de las funciones del bosque ripícola
Fase IV	Recuperación del hábitat para la biota acuática

1.4.4. Interés de los ecosistemas fluviales en la conservación de la diversidad biológica en la Comunidad de Madrid

En la Comunidad de Madrid, la relevancia ambiental de los ríos queda claramente reflejada por todas las zonas protegidas que existen alrededor de los cauces fluviales. Los siguientes espacios protegidos son ejemplo de ello:

- Parque Regional de la cuenca alta del río Manzanares
- Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama.
- Parque Regional del curso medio del río Guadarrama y su entorno.
- Régimen Preventivo de Protección soto del río Henares (espacio en vías de declaración).

Además, la Comunidad de Madrid propone los cauces fluviales de su territorio para desarrollar una red de corredores fluviales como parte integradora de su propuesta de red de conservación (Red Natura 2000), impidiendo así una excesiva fragmentación del territorio protegido (De Lucio et al., 1995, 1997).

1.4.5. Problemática de conservación de los ríos en la Comunidad de Madrid

En el territorio de la Comunidad de Madrid, un área densamente poblada, los ambientes fluviales se han visto tradicionalmente afectados por motivos muy diversos. Resulta, por tanto, muy difícil encontrar ríos con un buen estado de

conservación y una buena cobertura vegetal, habiendo desaparecido esta por completo o quedado reducida a unos pocos metros próximos a las orillas en la mayoría de los casos (Montes et al., 1987; Sterling, 1990; SEO/BirdLife, 1996; Molina, 1998). No sólo la vegetación, sino también otros componentes del ecosistema sufren diversas agresiones que ponen en peligro su funcionalidad. Entre las causas más importantes de alteración de ríos y sotos en la Comunidad de Madrid destacan:

Obras hidráulicas de regulación: provocan que alternen de forma irregular momentos en los que no se libera agua con otros de desembalse masivo, sin coincidir estos con los caudales máximos y mínimos naturales (Aguiló, 1984). Los tramos bajos también se ven afectados hidráulicamente por el vertido de aguas residuales que en ocasiones no proceden de su propia cuenca de recepción. El Manzanares supone un caso extremo al recibir grandes aportes de agua procedentes de los ríos Lozoya, Guadalix, Aulencia y Alberche (Canal de Isabel II, 1993).

Sobreexplotación del agua: La capacidad de embalsamiento de agua en la Comunidad de Madrid asciende a 1060 Hm³, existiendo un total de 16 embalses de abastecimiento (Cubillo et al., 1990). Pese a todas las reservas de las que se dispone, la falta de gestión de la demanda ha producido localmente casos de sobreexplotación.

Extracción de áridos: Su impacto se centra en la ocupación del espacio - afectando principalmente a la vegetación de ribera-, a los sólidos en suspensión - cuyo aumento altera la ecología de los organismos acuáticos en general- y en la morfología fluvial -la cual se puede ver alterada como efecto de la extracción de arenas y gravas en el mismo lecho fluvial-. La extracción de gravas también puede llegar a afectar a la fauna piscícola al alterar la granulometría de los lechos de los ríos.

Vertidos de aguas residuales: Es uno de los impactos sobre el medio fluvial más importantes en los tramos medios y bajos de los ríos de la Comunidad de Madrid (CEDEX, 1995). La alteración de los ecosistemas fluviales tras la recepción de vertidos de aguas residuales es muy diversa. En general, la calidad de las aguas disminuye en todos los ríos de la Comunidad desde la cabecera hasta los tramos medios y bajos como consecuencia de que los mayores aportes de vertidos se realizan en estos últimos tramos (Cadarsó y Hernández, 1995). Desde finales de los años ochenta hasta la actualidad la calidad de los ríos de la Comunidad ha mejorado sensiblemente. El río Manzanares muestra sólo una ligera tendencia a la



mejora de la calidad de sus aguas, aunque en su tramo inferior los valores de los parámetros son extremadamente variables en el tiempo, en especial en el caso de condiciones pésimas.

Plantaciones arbóreas: Las plantaciones de chopos híbridos (*Populus x euramericana*) se dan con cierta frecuencia en las riberas de los ríos madrileños, en especial de las del Tajo ya que requieren terrazas de cierta extensión.

Restauración de riberas: Aunque la Administración reconoce la importancia de los ríos y arroyos por su valor ecológico y paisajístico, y sitúa su recuperación como uno de los principales objetivos en materia ambiental, las obras de limpieza de cauces y de estabilización de las riberas emprendidas pueden suponer impactos sobre la vegetación y fauna original.

Usos recreativos: La presencia de agua y de un microclima notoriamente más fresco alrededor de los ríos (Sterling, 1990), los convierte en un centro de atracción para los usuarios que buscan contacto con el medio natural. En un área tan densamente poblada como Madrid, el uso recreativo de los sotos fluviales puede entrañar puntualmente graves afecciones a estos ecosistemas. La presencia frecuente o intensa de bañistas provoca alteraciones en el sustrato y el aporte de sustancias que afectan la calidad del agua. La consecuencia es una disminución de la diversidad asociada a las zonas más intensamente utilizadas (Gómez-Limón y García Avilés, 1992).

1.4.6. Marco legislativo

Son numerosas las disposiciones que regulan tanto el espacio fluvial como los aspectos ambientales asociados a éste, siendo cada vez más específicas y prácticas, fruto de la conciencia internacional para la conservación y recuperación de nuestros ecosistemas.

La disposición más importante en materia de aguas en los últimos años es la Directiva Marco del Agua, Directiva 2000/60/CE, que nace con un doble objetivo: por un lado, evitar la continua degradación de los recursos hídricos junto con la rehabilitación de los sistemas acuáticos; y, por otro lado, se propone un consumo sostenible de agua inspirado en principios de protección de los recursos a largo plazo.

Tras la entrada en vigor de la DMA, los Estados Miembros de la Unión Europea adquieren una serie de obligaciones, cuyo calendario se muestra en la Figura 1. 16:

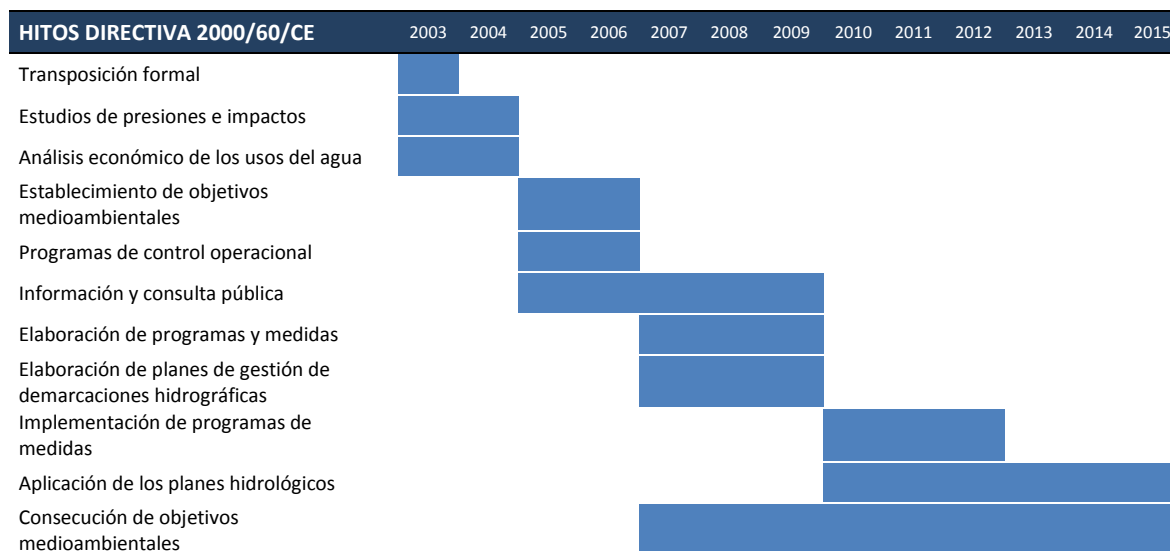


Figura 1. 16: Hitos fundamentales Directiva Marco del Agua 2000/60/CE

Otra Directiva Europea de especial trascendencia, la cual entró en vigor el día 26 de noviembre de 2007, es la Directiva sobre la Evaluación y Gestión del Riesgo de las Inundaciones, que parte de la máxima de que hay que aprender a vivir con las inundaciones, respetando el espacio de los ríos y estableciendo como principio la gestión del riesgo, uno los aspectos fundamentales que debe abordar un país moderno como el nuestro. El calendario de aplicación de la Directiva es el marcado en la Figura 1. 17:

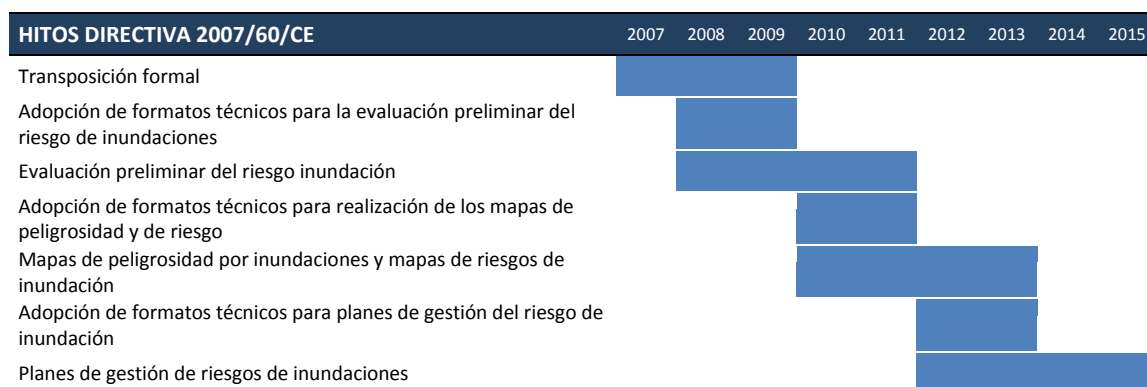


Figura 1. 17: Hitos fundamentales de la Directiva Evaluación y gestión de riesgos 2007/60/CE

La Política de la Unión Europea en materia de conservación de la naturaleza parte de la base de considerar la diversidad biológica de la Unión como un patrimonio común, sobre el que existe una responsabilidad de conservación y es regulada por la Directiva Hábitats 92/43/CEE.



Los mecanismos de conservación y protección de la biodiversidad establecidos por la directiva se basan en una concepción integral tendente a la consideración conjunta de las especies y de los paisajes que constituyen su hábitat.

La concepción integradora planteada en la Directiva 92/43 adquiere especial relevancia en relación con nuestros ríos, dado el alto grado de humanización de muchos de estos sistemas hídricos, sustentadores de valores ambientales y de los agrosistemas vinculados con ellos. La Red Natura 2000 constituye el instrumento básico para hacer efectiva la política comunitaria en materia de conservación de la naturaleza. El concepto de red otorga especial importancia a aquellos elementos del paisaje que determinan la permeabilidad y vertebración ecológica del territorio y, singularmente, aquellos que resulten importantes para la migración, distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres, entre los que se encuentran los elementos lineales continuos, como ríos y riberas.

Otro de los pilares fundamentales se establece en el Convenio de 1998 o Convenio Aarhus sobre acceso a la información ambiental, participación pública y acceso a la justicia en materia de medio ambiente. La Unión Europea lo desarrolla a través de la Directiva 2003/4/CE sobre el acceso del público a la información ambiental, y de la Directiva 2003/35/CE por la que se establecen medidas para la participación pública en determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente.

Dichas Directivas fueron transpuestas al derecho español a través de la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente. La citada Ley define el marco jurídico por medio del cual se responde a los compromisos asumidos con la ratificación del Convenio Aarhus y se lleva a cabo la transposición de las dos Directivas al ordenamiento interno.

Otro hito legislativo recientes y de notable importancia para nuestros ríos es la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, que deroga y sustituye a la ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.

Los principios de esta ley se centran en el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos, en la preservación de la diversidad biológica y genética de poblaciones y especies, y en la preservación de la variedad, singularidad y belleza de los ecosistemas naturales, la diversidad geológica y el paisaje. Se establece en ella el papel de las Comunidades Autónomas

tanto en la adopción de medidas de conservación, como en el seguimiento del cumplimiento de éstas.

La otra norma legislativa con influencia en nuestros ríos es la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural, la cual persigue la mejora de la situación socioeconómica de la población de estas zonas, mediante un conjunto de medidas entre las que destacan; las de diversificación económica, las de creación y mantenimiento del empleo, especialmente para jóvenes y mujeres, y medidas que mantengan el medio ambiente rural compatibles con el desarrollo urbanístico, facilitando el acceso a la vivienda a jóvenes y favoreciendo recuperación del patrimonio arquitectónico rural.

Por último, destacar que, fruto de los trabajos enmarcados en esta Estrategia, el 16 de enero de 2008 se publicó el Real Decreto 9/2008 de modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que mejora la definición del dominio público hidráulico, basándose en criterios hidrológicos, hidráulicos, geomorfológicos e históricos, regula los usos de las zonas de servidumbre y policía, y crea el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables como elemento básico en la planificación territorial para la identificación y gestión adecuada de las zonas inundables, con el objetivo de disminuir los futuros daños frente a inundaciones a la vez que se preserva el espacio fluvial para lograr un estado ecológico óptimo de nuestros cauces.



1.5. JUSTIFICACIÓN PROYECTO

En los puntos anteriores se ha expuesto la importancia de conservar los ecosistemas fluviales, coincidiendo que son los más aprovechados por el ser humano, y se encuentran muy alterados. En el caso del Término Municipal de Madrid, a esta problemática hay que sumarle que se trata de un área densamente poblada.

Además, no se debe olvidar la amenaza mundial que supone el cambio climático, cuyo impacto ya se percibe en los ríos españoles (Aeclim, 2011). Los efectos en los ríos españoles afectan tanto a la pérdida de biodiversidad como a la disminución del caudal, que se estima en un 10% de media con tendencia al aumento.

En este contexto se hace necesario desarrollar indicadores que muestren de una forma sencilla y objetiva la evolución de parámetros que contribuyan favorablemente al desarrollo sostenible. La Huella Ecológica y la Huella de Carbono son dos de ellos, y se ha decidido utilizarlos para el estudio del servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid.

De esta manera, la realización del cálculo tanto de la Huella de Carbono como de la Huella Ecológica permitirá marcar un camino de actuaciones para reducir las emisiones de GEI mediante la identificación de fuentes de emisión. Al ser herramientas de gestión potentes, con ellos conseguirán un uso eficiente de recursos, lo que se traduce en un ahorro en costes.

Además, en el caso de que la empresa adjudicataria quiera hacer público el Informe de HC, tendría la posibilidad de presentar dicho informe en el registro a ser habilitado por la Oficina Española de Cambio Climático. Esto supondría un elemento diferenciador para la empresa adjudicataria del servicio, proporcionándole una ventaja competitiva frente a otras empresas cuando el servicio salga a subasta de nuevo.

En este estudio se analiza la evolución de las huellas en los años 2011 y 2012, lo que permite analizar qué actividades son las que más contribuyen a las emisiones de GEI y qué políticas de reducción son más efectivas.

Por tanto, este estudio proporcionará a la empresa una imagen verde, acorde a una sociedad cada vez más responsable con el desarrollo sostenible. Además, le dará la oportunidad de fomentar su Responsabilidad Social Corporativa.

Para conocimiento de los autores, esta es la primera experiencia documentada de cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica de un servicio de restauración de riberas. Un valor añadido que atiende de manera directa a la demanda de la sociedad en aras de un futuro más sostenible.



2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el cálculo y evolución de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica en la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el Término Municipal de Madrid.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la Huella de Carbono y la Huella Ecológica para los años 2011 y 2012.
- Analizar la evolución de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica para el período 2011 y 2012.
- Desarrollar un mapa de oportunidades para la mejora en los patrones de producción y en el posicionamiento medioambiental de la empresa.
- Análisis de la sensibilidad.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO Y DE LA EMPRESA ADJUDICATARIA

El río Manzanares es un afluente por la derecha del Jarama que, a su vez, es tributario del Tajo. Este río, que discurre íntegramente por la Comunidad de Madrid, nace a 2160 m.s.n.m. en la vertiente meridional en el Ventisquero de la Condesa de la Sierra de Guadarrama. A lo largo de su recorrido por la provincia de Madrid está regulado por dos embalses, el de Santillana, situado en el término municipal de Manzanares el Real, destinado al abastecimiento de agua, y el embalse de El Pardo, en la población homónima y cuya función es regular el río a su paso por el área urbana de Madrid. La Confederación Hidrográfica del Tajo se encarga de la gestión del río Manzanares, salvo el tramo comprendido dentro del término municipal de Madrid, labor asumida por el Ayuntamiento de la ciudad. Un total de cinco depuradoras se encargan de que el agua vertida por la ciudad al Manzanares esté en las condiciones adecuadas: Viveros de la Villa, La China, Butarque, Sur y Sur Oriental. Desemboca en el Jarama, en el término municipal de Rivas-Vaciamadrid, después de un recorrido de 92 km (Morillo et al., 1999).

El tramo en estudio es el que pertenece al T.M. de Madrid, correspondiente al curso medio y parte del bajo, con una longitud aproximada de 30 km. Empieza, por tanto, justo después del embalse El Pardo y termina después de la aportación del efluente Estación Regeneradora de Aguas Residuales (ERAR) de Butarque. Las coordenadas del inicio y fin se detallan en la Tabla 3. 1 y se pueden visualizar en la Figura 3. 1:

Tabla 3. 1: Coordenadas UTM del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid. (MAGRAMA, 2013)

PUNTO	ZONA	COORDENADA X	COORDENADA Y
Inicio	30 T	433210	4487760
Fin	30 T	441100	4464374

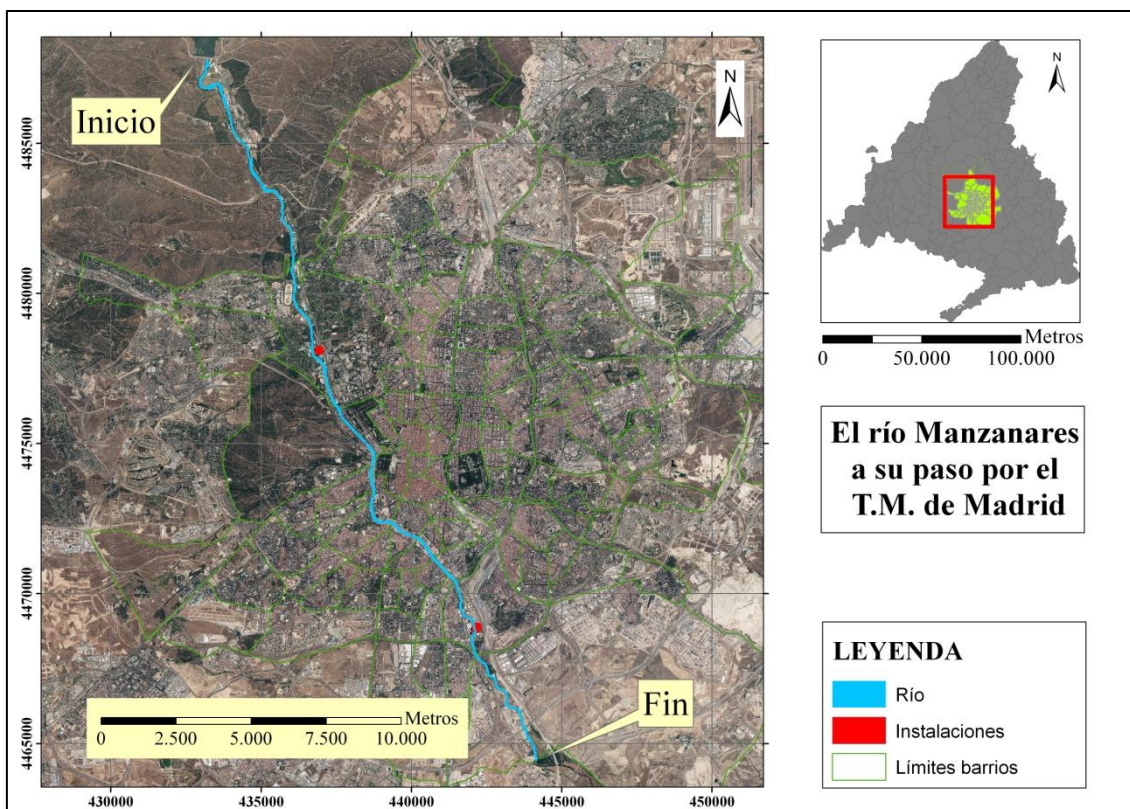


Figura 3. 1: Ortofoto con el río e instalaciones con los límites del río en estudio.

El cuidado de las aguas y sus márgenes en el recorrido del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid es competencia del Ayuntamiento desde el año 1984. Concretamente le corresponde a la Subdirección General de Gestión Hídrica, dentro de la Dirección General de Ingeniería Ambiental y Gestión del Agua, perteneciente al Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad.

Las labores llevadas a cabo por los Servicios de Mantenimiento y Explotación del Río Manzanares incluyen el seguimiento de la calidad del agua, el control de la ictiofauna y la avifauna, limpieza de la lámina de agua, lecho y márgenes, control y vigilancia de las sucesivas compuertas y colaboración permanente con los servicios de emergencia municipales.

Para llevar a cabo estas labores se dispone de un laboratorio en la ERAR Viveros de la Villa, de varios barcos que se ocupan de la limpieza de la lámina de agua, lecho y márgenes y de un Centro de Vigilancia y Telecontrol del Río (CVTR) que se sitúa justo encima del laboratorio, donde se encargan de controlar compuertas y colaborar con los servicios de emergencia municipales.

El Ayuntamiento de Madrid subcontrata este servicio para la conservación del río Manzanares, sacándolo cada tres años a subasta. La última contratación se hizo en 2011, por lo que a finales de 2013 el servicio saldrá a subasta de nuevo.



La empresa adjudicataria durante el presente trienio 2011-2013 se dedica a actividades que abarcan todos los ámbitos de la conservación de grandes infraestructuras, llevando a cabo operaciones de mantenimiento en más de 3.000 km de carreteras y autovías. Además, desarrolla actividades de mantenimiento en sistemas de transporte, obras hidráulicas y obras y servicios forestales. Es en esta última área de actividad donde se enmarca el servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares, junto con otras restauraciones ambientales, tratamientos selvícolas, obras forestales e incendios forestales.

Descripción del tramo objeto de estudio

Dadas las características mixtas de curso fluvial natural y de infraestructura hidráulica (sistemas de embalses sucesivos y escalonados), se considera el río dividido en tres tramos: superior, central e inferior.

Tramo 1: Tramo superior, rústico. Desde la presa de El Pardo hasta el Puente de los Franceses.

El tramo comprendido entre la presa de El Pardo y el enlace de Puerta de Hierro se encuentra en estado seminatural. El curso es meandriforme como consecuencia del escaso caudal, de los sedimentos y de los diversos materiales acumulados. La margen derecha queda prácticamente restringida al talud del cauce, por la limitación de la valla del Palacio de la Zarzuela; por la margen izquierda se suceden amplios espacios de acceso libre (Mingorrubio, Fuente Blanca y la Trofa) con otros ocupados por instalaciones deportivas (Complejo de Somontes, Campos de Hockey, el Tejar de Somontes, Playa de Madrid y Parque Deportivo Puerta de Hierro). Se debe destacar que existe en esta margen un enclave urbano con repercusión en el río, se trata del pueblo de El Pardo.

El tramo comprendido entre el enlace de Puerta de Hierro y el Puente de Castilla se encuentra en estado seminatural, recibiendo la aportación de las aguas procedentes de la ERAR Viveros de la Villa. La margen izquierda de este tramo es completamente inaccesible por la presencia de instalaciones municipales (ERAR Viveros de la Villa, Viveros de Migas Calientes, Planta de tratamiento de residuos vegetales y Policía Municipal de Madrid). Mientras, la margen derecha del río es accesible, estando bordeada por un tramo del Anillo Verde Ciclista que arranca desde la Casa de Campo y llega al mencionado enlace, con acceso para el Servicio de Conservación del río Manzanares desde la carretera de Castilla.

Unos 200 m aguas abajo de la ERAR Viveros de la Villa se encuentran dos puentes rústicos de madera que permiten cruzar a pie el río, con una isleta natural intermedia.

Aguas abajo de estos puentes, a unos 250 m, se encuentra una presa de gravedad, denominada presa nº 2, dotada de una compuerta lateral para permitir el vaciado parcial o total.

Tramo 2: Tramo central, urbano. Desde el Puente de los Franceses hasta la presa nº10.

En el tramo comprendido entre el Puente de Castilla y la presa nº 3 (situada aguas abajo del Puente de los Franceses, frente a la calle de Aniceto Marinas) ambas márgenes están revestidas de escollera de granito.

El tramo central o urbano se encuentra afectado por las obras del Proyecto Madrid Río.

Entre la presa nº 3 y el Puente de la Reina Victoria, la sección del río es trapezoidal, revestida de escollera, en ambas márgenes. En ellas, en la coronación de escollera, existen unos paseos laterales de una anchura aproximada de 1 m, limitados por un bordillo de piedra caliza.

Desde el puente de la reina Victoria hasta la presa nº 4, la sección es mixta, trapezoidal en la parte sumergida y rectangular por encima de la superficie del agua, esta última formada por un muro de hormigón chapado en granito.

El tramo comprendido entre las presas nº 4 y 9 está canalizado, con sección rectangular variable en torno a los 40 m de anchura.

La parte final del tramo, comprendida entre las presas nº 9 (situada frente a Legazpi) y 10, está encauzado con una sección trapezoidal de 40 m de ancho en superficie y recubierto de hormigón en sus taludes, revestidos de escollera.

Tramo 3: Tramo inferior, rústico. Desde la presa nº 10 hasta el T.M. de Getafe.

El río de adentra por esta zona a través del Parque Lineal del Manzanares, entre la colonia de San Fermín por la margen derecha, y la variante de la A-4 por la margen izquierda.



Tras recibir el agua tratada de la ERAR La China, el río atraviesa bajo el nudo Supersur. Aguas abajo de éste se encuentra en la margen derecha el barrio de Villaverde Bajo, y por la izquierda campos de cultivo de hortalizas.

Aquí recibe la aportación del efluente de la ERAR La Gavia y antes de traspasar los límites del término municipal recibe la aportación del efluente ERAR Butarque.

La zona inferior está dotada de paseos arbolados a lo largo de las riberas, vegetación propia de ribera, carriles-bici y equipamiento diverso. Cinco pasarelas cruzan sobre el río posibilitando el establecimiento de circuitos de paseo y permitiendo el acceso a ambas márgenes. La longitud de este tramo es de aproximadamente 7,2 km, comprendidos entre la presa nº 10 y el límite con el término municipal de Getafe.

El tramo inferior del río Manzanares se encuentra dividido longitudinalmente en tres subtramos cuyos límites se describen a continuación:

- Subtramo I: De longitud aproximada de 2 km. Discurre desde el nudo Sur hasta la ERAR La China. Corresponde a la zona más cercana al casco urbano. Atraviesa la 1ª Fase del Parque Lineal del Manzanares.
- Subtramo II: Presenta una longitud de 1,1 km. Linda aguas arriba con el Subtramo I y comprende la totalidad de la zona de influencia del nudo Supersur. El río está constreñido bajo las ocho estructuras de hormigón de dimensiones variables.
- Subtramo III: Es el tramo de mayor longitud (4,1 km) iniciándose aguas abajo del nudo Supersur y discurriendo hasta el límite con el término municipal de Getafe.

3.2. EL MÉTODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES

3.2.1. Descripción general

El método Compuesto de las Cuentas Contables, más conocido por el acrónimo MC3, tiene su origen en los trabajos realizados por Mathis Wackernagel² y Williams Rees, creadores del concepto de Huella Ecológica y de la organización conocida por su nombre en inglés "*Global Footprint Network*". Las primeras versiones fueron desarrolladas por el biólogo Juan Luis Doménech Quesada. En el año 2007 publicó el libro "Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible" (Doménech, 2007). Desde entonces han sido numerosos los trabajos publicados tanto en revistas de divulgación como en revistas de investigación (Carballo-Penela et al., 2009; Carballo-Penela, 2010; Carballo-Penela & Doménech, 2010; Cagiao et al., 2011).

El MC3 es un método integrado que permite con un mismo esquema el cálculo de la HC de Organización como la de Producto. Uno de los objetivos del método es proporcionar la información necesaria para un ecoetiquetado de tipo III definido por la norma ISO 14025. Todo ello siendo coherente con las normas ISO 14064 (Gases de efecto invernadero), ISO 14040 (Evaluación del ciclo de vida - Principios y marco de referencia), ISO 14044 (Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices) e incluso las recientes ISO/TS 14067 (HC de Producto) e ISO/TR 14069 (Guía para la aplicación ISO 14064-1).

El desarrollo del MC3 está basado en la matriz de demanda de Huella Ecológica frente consumos elaborada por Wackernagel et al. (2000) para hogares. Doménech a principio de los años 2000 rediseña la matriz de cálculo a fin de recoger todos los consumos de las principales categorías de bienes y servicios que son necesarios para una empresa. Concretamente el primer estudio publicado (Doménech, 2004) se aplica en la Autoridad Portuaria del Puerto de Gijón, siendo ésta la primera organización en medir su HC y HE por medio del MC3.

El método precisa de al menos tres inventarios iniciales donde se recogen: (1) los productos y servicios consumidos; (2) los residuos que han sido generados y (3) el uso de suelo bajo control o propiedad de la organización (Doménech, 2007). Adicionalmente a estos inventarios se pueden realizar inventarios adicionales que busquen dar respuesta a consideraciones no comúnmente tenidas en cuenta en los estudios de HC. Por ejemplo el almacenamiento de carbono por parte de la madera.

² Presidente de la Global Footprint Network (GFN).



El MC3 recoge las emisiones de CO₂, así como las de otros GEI (Óxido nitroso y Metano) que serán convertidos a las unidades de CO₂e a través de los coeficientes de Potencial de Calentamiento Global, que permiten expresar en unidades de CO₂e el resto de GEI.

La fuente de información más importante de este método es el cierre anual de la contabilidad de gastos. Esta es la razón por la que recibe el nombre de Método Compuesto de las Cuentas Contables. Esto no quiere decir que la única información que se utilice sea de tipo económico, ya que en ocasiones, bien por falta de datos o bien para alcanzar mayor exactitud, podrán emplearse también unidades físicas. Las fuentes de datos complementarias son la generación anual de residuos y los usos de suelos sobre las superficies bajo control o propiedad de la organización en estudio.

El método dispone en su herramienta de cálculo de las distintas fórmulas necesarias para realizar las conversiones de euros gastados a toneladas CO₂e. Además existe la posibilidad de ingresar directamente los datos de entrada en unidades físicas o energéticas, lo que le da una gran flexibilidad.

En el punto 3.2.3 se describe de forma más detallada la estructura de los tres inventarios necesarios, así como los detalles de sus fuentes y patrones de cálculo.

Resumiendo las bondades del método se destaca (CarbonFeel, 2013):

1. Al no tener que elaborar criterios de corte, los estudios aseguran total comparabilidad. Además, en un futuro próximo podrán diseñarse etiquetados Tipo III de Huella de Carbono de Bienes y Servicios de carácter sectorial al asegurarse la comparabilidad de los resultados.
2. Consistencia de los resultados, entendida como coherencia entre la HC Corporativa y la HC de los Productos y Servicios que genera.
3. Es un método fácil y sencillo de aplicar. Es accesible para las medianas y pequeñas empresas. Muy lejos de costosos programas a utilizar bajo licencia. Los datos de entrada son introducidos en una hoja de cálculo que se distribuye libremente desde los autores. Además, la información está en la empresa, no hay que conseguirla en la red de proveedores. Existe plena autonomía en el cálculo sin dependencia de otras organizaciones.
 - Los tiempos de estudio se aceleran exponencialmente. Este proceso se optimizará con el tiempo una vez se identifican elementos de

automatización del cálculo e intercambio y ensamblado de la información.

- Los costes de los estudios de HC bajan drásticamente al no requerir elaboración de mapas de procesos y la investigación posterior en toda la cadena.
 - Todo ello repercute en la posibilidad en la actualización anual de los estudios, tal como en una contabilidad económica.
4. Es totalmente transparente. Todos los cálculos están basados en fuentes fiables de reconocido prestigio y pueden ser consultadas libremente por todas las partes en el esquema de cálculo consensuado sectorialmente. No existen criterios subjetivos para diseñar los límites del estudio ni criterios de corte pues los alcances son completos.
 5. Gracias al cálculo de la "*superficie biológicamente productiva*"³, el método MC3 ofrece la posibilidad de calcular tanto la Huella de Carbono como la Huella Ecológica. Dos indicadores de sostenibilidad con un amplio recorrido.
 6. Ofrece la posibilidad de obtener resultados por unidad económica invertida. Lo que permite considerar el factor ambiental y el económico. Los directores de medio ambiente pueden empezar a hablar en el lenguaje predominante de las reuniones de dirección.
 7. Cuenta con el soporte de la iniciativa CarbonFeel. Una iniciativa desarrollada desde la Fundación de cooperación internacional FUNCIONA para el apoyo del método en su marcha a ser una herramienta de consenso internacional que garantice los principios de accesibilidad, transparencia y comparabilidad.
 8. El método MC3 ha sido reconocido por el recientemente cerrado Observatorio de Sostenibilidad de España como una herramienta válida para la evaluación de HC dentro del Sistema de Compromisos Vountarios del Gobierno de España (de la Cruz Leiva et al. 2011).

El Proyecto Fin de Carrera utiliza la versión de la herramienta denominada 12.4. Esta versión ha sido desarrollada por el investigador Sergio Álvarez de la Escuela de Ingenieros de Montes en la Universidad Politécnica de Madrid. La herramienta 12.4 incorpora un total de 12 mejoras tomando como base la versión 12.3 elaborada por el comité técnico de la Iniciativa CarbonFeel. Entre estas mejoras se destaca:

1. Uso de técnicas input-output para incorporar la huella de bienes y servicios importados.

³ "*Superficie biológicamente productiva*": Superficie de tierra y agua que soporta una actividad fotosintética y una acumulación de biomasa que puede ser empleada por los humanos de forma significativa



2. Análisis de Óxido Nitroso y Metano para todas las categorías de consumo, no solo emisiones directas.
3. Nuevas categorías de Residuos Sólidos Urbanos en función del destino final.
4. Reestructuración del cálculo de emisiones para determinar la energía primaria previo al cálculo de las emisiones de GEI.

3.2.2. Fases del método

A continuación se presentan las fases del "*Método Compuesto de las Cuentas Contables*". Estas fases están en consonancia con las Normas ISO (ISO 14064) así como especificación técnica ISO (ISO/TS 14067). Las fases tienen como objetivo cumplir con dichos estándares así como la realización de un trabajo consistente con los principios accesibilidad, transparencia y comparabilidad.

3.2.2.1. Análisis de antecedentes

Se efectúa la búsqueda de estudios relacionadas con el sector que hayan calculado la HC con anterioridad. Si la empresa hubiese realizado algún estudio previo deberá ser analizado. Es muy importante revisar la literatura con el objetivo de encontrar "*Reglas de Categoría de Producto*" ya publicadas.

3.2.2.2. Definición de objetivo y alcance

Se define el objetivo del cálculo de HC así como las consideraciones más relevantes sobre el alcance. Entre estas consideraciones se debe definir: Año de estudio, unidad funcional, características del sistema producto, procedimiento para la recopilación de datos y criterios de calidad en datos.

3.2.2.3. Determinación de límites del sistema

Siempre que se realiza un proyecto de HC deben quedar perfectamente fijadas las fronteras del estudio. Para ello, previo a cualquier tipo de recogida de datos y cálculos, se debe establecer los límites físicos, organizacionales y operacionales. Es decir, se fijan las fuentes y sumideros de emisiones de GEI determinando las que son de control directo de la empresa y las que son de control indirecto.

3.2.2.4. Análisis de inventarios

Los inventarios de GEI son una recopilación de la cantidad de emisiones y/o remociones de GEI emitidas o absorbidas por una organización a partir de sus fuentes o sumideros de GEI durante un periodo de tiempo específico. Sirven para entender cuáles son las fuentes de emisión, cuantificar dichas emisiones y medir

tendencias de emisión. Además son una herramienta de gestión que facilita la identificación de oportunidades y el desarrollo de políticas de reducción de las mismas (INERCO-NOVOTEC-AENA. 2010). La realización de un inventario de GEI es una actuación recomendable para las organizaciones que desean manifestar un compromiso con el medio ambiente en función de la actividad que desarrollan (AENOR, 2013).

De acuerdo con la propuesta del MC3 se deben realizar al menos los siguientes inventarios:

Inventario de usos del suelo

Se analiza la superficie propiedad de la organización estudiada y se clasifica según las cinco categorías de superficie biológicamente productivas consideradas tanto en la elaboración de los inventarios nacionales de GEI (IPCC, 2006) como por la GFN.

Inventario de gestión de residuos

Se solicita la cantidad de residuos generada anualmente de acuerdo a la clasificación presente en la Decisión de la Comisión Europea (2000) adaptada por el método MC3 para contemplar los residuos no peligrosos, los peligrosos y los vertidos. Por tanto, se deberá informar de la generación de residuo sólido urbano y su fracción selectiva (envases ligeros, papel y cartón, vidrio) y por último los posibles residuos de construcción y demolición.

Inventario de consumos

Se solicitan todos los consumos derivados de la actividad de la empresa, correspondientes al año en estudio. Estos consumos se recogen de forma general en euros, y serán transformados a unidades físicas a través de la herramienta MC3. Esto no quiere decir que exclusivamente se recojan datos económicos ya que en ocasiones, como por ejemplo con la electricidad o los combustibles, se recomienda que sean recogidos en unidades físicas o energéticas. En los casos para los que el desglose de gastos esté muy agregado se solicitará su separación a fin de reflejar de manera fehaciente la actividad real de la empresa.

Otros Inventarios

En función del objetivo y alcance del estudio se podrá decidir la realización de nuevos inventarios. Estos inventarios permiten dar profundidad y considerar nuevos criterios de análisis. Por ejemplo, si se desea considerar el carbono almacenado en la madera se deberá realizar un inventario específico sobre el carbono a lo largo del ciclo de vida de la madera.



3.2.2.5. Análisis de ciclo de vida

Para el desarrollo de la siguiente fase se recomienda realizar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) parcial, considerando las fases del ciclo de vida “de la cuna a la puerta”. Durante esta fase se estudia de forma pormenorizada el sistema producto a fin de elaborar un mapa de procesos que tenga como resultado la determinación del flujo de referencia. Es decir, entradas y salidas para la obtención de la unidad funcional objeto de estudio. En este mapa se determinan fases, procesos y subprocesos del ciclo de vida. Además se deben definir los criterios para la asignación de cargas entre procesos compartidos con otros productos.

3.2.2.6. Cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica Corporativa

Se calculan las emisiones y remociones de GEI derivados de la actividad de la empresa. El proceso de cálculo permite obtener una medida de la energía primaria necesaria (expresada en gigaJulios) así como las demandas de superficie biológicamente productiva. Mediante los factores de transformación pertinentes se determinará la Huella de Carbono y Huella Ecológica Corporativa.

3.2.2.7. Cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica de Producto

Se realiza la evaluación del impacto a lo largo de las diferentes fases del ciclo de vida. La asignación final de cargas se realiza en función del volumen anual de producción. En caso de que la organización en estudio genere diferentes tipologías de producto, se debe aplicar los criterios de asignación que se consideren oportunos. Se propone la intensidad energética como criterio para la realización de dicho reparto.

3.2.2.8. Interpretación de resultados y evaluación de la incertidumbre

Los resultados de cálculo deben ser interpretados para las distintas fases del ciclo de vida identificando las cuestiones más significativas. Se evaluará además la integridad, sensibilidad y consistencia por medio del cálculo de la incertidumbre. Finalmente se realizarán las conclusiones sobre las limitaciones.

3.2.2.9. Análisis de alternativas y propuestas de mejoras

Una vez realizada la cuantificación de emisiones de GEI para las distintas fases, se evalúan posibles reducciones en las emisiones e incrementos en las remociones de GEI. Para ello se pueden considerar nuevas configuraciones alternativas de productos así como sistemas de fabricación y logística en búsqueda de una reducción en la HC. Finalmente se elabora un plan de mejoras basado en las

categorías de consumos de MC3. Además se identifican posibles proyectos de reducción de emisiones.

3.2.2.10. Informe de Huella de Carbono

La organización debe preparar un informe de HC a fin de documentar los resultados, facilitar la verificación e informar a los usuarios internos y externos que lo soliciten. Los informes deben ser completos, coherentes, precisos, oportunos y transparentes. Se debe demostrar que se ha cumplido con las disposiciones de la norma y/o especificación técnica. Dada la duplicidad de estándares, deberá elaborarse un informe específico para cada estándar que se desee considerar. Por tanto se elaborará un informe específico de acuerdo con la norma ISO 14064 y un informe por unidad funcional de acuerdo con la especificación técnica ISO/TS 14067.

3.2.3. Descripción del proceso de cálculo MC3

3.2.3.1. Inventario de usos del suelo

El MC3 contempla en su herramienta los siguientes usos para el suelo (Tabla 3. 2), los cuales se recogen en el capítulo 9 “Usos del suelo”.

Tabla 3. 2: Inventario de usos del suelo, herramienta CarbonFeel MC3.

Categoría	Unidades
9. USOS DEL SUELO	
9.1. Sobre tierra firme	
. Zonas de cultivos	ha
. Zonas de pastos o jardines	ha
. Zonas de arbolado	ha
. Construido, asfaltado, erosionado, etc.	ha
. Acuicultura	ha
9.2. Sobre agua	
. Rellenos utilizados para cultivos	ha
. Rellenos utilizados para pastos o jardines	ha
. Rellenos utilizados para bosque o arbolado	ha
. Rellenos para muelles, pistas, etc.	ha
. Usos acuáticos, pesca (sin acuicultura)	ha
. Acuicultura en mar	ha

Una vez recogida la cantidad de superficie que se tiene bajo control, se clasifica cada suelo según los usos del suelo mencionados, y la herramienta procede a



calcular la HC en tCO₂e multiplicando la superficie por el factor de absorción (tCO₂e/ha) de cada suelo.

En áreas de superficie forestal Wackernagel y Rees (1996) emplearon inicialmente un factor de absorción de 1,8 tC/ha/año, lo cual a la proporción 12:44 (carbono-oxígeno) equivale a 6,6 tCO₂e/ha/año. Después se empleó un factor de absorción de 1,42 tC/ha/año ó 5,2 tCO₂e/ha/año (IPCC, 1997). Las estimaciones publicadas por el IPCC (2001) ofrecen una tasa de absorción de 1 tC/ha/año ó 3,67 tCO₂/ha/año obtenido del trabajo de El Bouazzaoui et al. (2007).

Para el caso de superficie cultivable se utilizan los factores de absorción derivados del Grupo de Trabajo sobre Sumideros y Agricultura del Programa Europeo sobre Cambio Climático (ECCP, 2004). Se pueden consultar el resto de fuentes analizadas y argumentación en la futura publicación de Doménech, Carballo y Jiménez (2013).

Para las superficies de pasto, de todas las fuentes analizadas, se ha convenido utilizar el promedio de aquellas que obtienen una tasa de absorción por debajo de la de los cultivos agrícolas (0,23 tC/ha/año ó 0,84 tCO₂/ha/año) (Flanagan et al., 2002 y Soussana et al., 2004). Se pueden consultar el resto de fuentes analizadas y argumentación en la futura publicación Doménech, Carballo y Jiménez (2013).

Sabine et al. (2004), presente en el 4º informe del IPCC (2007), presenta los factores de absorción utilizados para la superficie de agua marina. Para aguas continentales, aunque algunos estudios en los que participó el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España, publicados en Global Biogeochemical Cycles (2008), aseguran que los ecosistemas acuáticos continentales son capaces de capturar de 20 a 50 veces más de carbono que los bosques, se asume la misma tasa de absorción que para los ecosistemas marinos. Se pueden consultar el resto de fuentes analizadas y argumentación en la futura publicación Doménech, Carballo y Jiménez (2013).

3.2.3.2. Inventario de residuos

La herramienta MC3 contempla los siguientes tipos de residuos (Tabla 3. 3), teniendo cada uno de ellos una carga de emisiones diferente, en función de los distintos tratamientos que se aplican en la gestión de cada residuo.

Tabla 3. 3: Inventario de residuos, herramienta Carbonfeel MC3.

Categoría	Unidades
10. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES	
10.1. Residuos no peligrosos	
. RSU y asimilables (vertedero tradicional)	t
. RSU y asimilables (incineración)	t
. RSU y asimilables (vertedero con recuperación)	t
. RSU y asimilables (generación de biogás)	t
. Orgánicos (alimentos)	t
. Papel y cartón	t
. Envases ligeros (plástico, latas, brik)	t
. Vidrio	t
. Residuos de construcción y demolición	t
10.2. Residuos peligrosos	
. Aceites usados	t
. Emulsiones agua/aceite	t
. Ácidos alcalinos o salinos	t
. Sanitarios y MER	t
. Filtros de aceite	t
. Absorbentes usados	t
. Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	t
. Pilas	t
. Disolventes	t
. Taladrinas	t
. Baterías	t
. RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)	t
. Envases contaminados (incluye metálicos)	t
. Vertidos a red (con EDAR al mar)	m ³
. Vertidos a red (con EDAR a río)	m ³
. Vertidos al mar con autorización	m ³

RSU: Residuo Sólido Urbano; EDAR: Estación Depuradora de Aguas Residuales

Una vez rellenas todas las casillas correspondientes, la herramienta calcula la HC en tCO₂e.

Se utilizan los factores de emisión ofrecidos por el Ministerio de Medio ambiente, Medio Rural y Marino, publicados en la herramienta FEMP (FEMP, 2012) de cálculo de HC en aquellos municipios quieran adherirse al acuerdo de ciudades por el clima. Estos datos son en parte combinados con los publicados por la Universidad de Oviedo (Marañón et al. 2008) en donde se analizan la superficie y agua biológicamente productiva necesaria para la gestión de los residuos y vertidos.

3.2.3.3. Inventario de consumos

El inventario de consumos es sin duda alguna el más extenso de los tres de la herramienta, en la Tabla A.I. 1 se recogen todos los apartados y consumos que contempla. Dicha tabla se encuentra en el Anexo I.

Para convertir los consumos en unidades de CO₂e, se multiplica cada consumo por su factor de emisión, según a la categoría a la que pertenezca, tal y como se muestra en la Figura 3.2

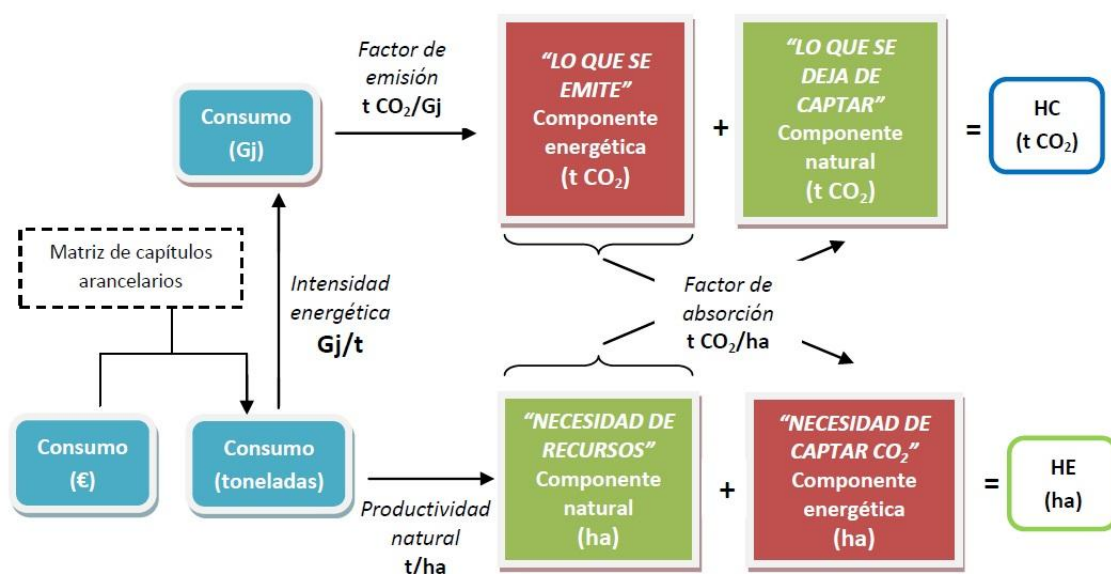


Figura 3. 2: Esquema de cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica a través del inventario de consumos (Blanquer, 2012).

Las emisiones de Alcance 1 se calculan bien introduciendo el dato en unidades físicas o, en caso de no estar disponible, en unidades económicas. La transformación de euros a unidades físicas se realiza en función de los precios medios de venta publicados por Ministerio de Industria, Energía y Turismo (Cores, 2012). Una vez obtenidas las unidades físicas se transforma en función del tipo de combustible y sus especificaciones técnicas normalizadas en unidades de energía. Para casos especiales, por ejemplo biomasa, se utiliza el poder calorífico inferior según los datos anuales publicados en (IDAE, 2011). Finalmente la HC se calcula utilizando el factor de emisión del combustible utilizando los fuente de (IPCC, 2006; IDAE, 2011). Además de la huella directa (Alcance 1), el método MC3 determina la Huella derivada del ciclo de vida del combustible, para lo cual se utilizan las pérdidas de energía primaria publicadas por IDAE (2011).

Las emisiones de Alcance 2 se calculan siguiendo los pasos que se mencionan a continuación: (a) obtención del mix energético del proveedor de energía; (b) cálculo del consumo en función de la tecnologías de generación; (c) cálculo de la HC en función del consumo de energía convencional de acuerdo con los datos publicados del IPCC (2010); (d) cálculo de la HC para los casos de energía no convencional tales como la energía nucleares y renovables (Spadaro et al 2000;. Spath y Mann, 2004; Meier et al, 2005). Las emisiones calculadas que corresponden al ciclo de vida se evalúan como emisiones de alcance 3.

El resto de emisiones denominadas de Alcance 3 se calculan teniendo en cuenta todos los posibles gastos del inventario. Tan solo el gasto en salarios y donaciones no finalistas serán las únicas categorías de gasto que no tienen huella imputada. Todo el resto de gastos (incluidos categorías como pago de impuestos, multas, etc) deberán ser introducidos en la herramienta MC3 y se llevará a cabo de forma automática los siguientes pasos: (a) la conversión de unidades monetarias de toneladas de producto utilizando la base de datos de comercio exterior (Camaras, 2012); (b) la conversión de las toneladas a energía consumida en su ciclo de vida “de la cuna a la puerta” es hecha por medio de la metodología publicada por Simmons et al. (2006) y datos de la Instituto de Estocolmo para el Medio Ambiente (Wackernagel et al., 2005). En el caso del consumo de servicios, el procedimiento consiste en estimar el porcentaje de la factura que se refiere a la energía consumida por la actividad. Los bosques, los recursos agrícolas y la pesca tienen una peculiaridad con respecto a los materiales inorgánicos de contar además de con la huella energética con la huella natural debida al consumo de superficie biológicamente productiva. Esta demanda natural se calcula de acuerdo con la base de datos de la FAO (2012). Una vez determinada la demanda de superficie, se utilizan los factores de absorción previamente explicados para determinar la HC. El consumo de agua se divide en varias categorías diferentes, atendiendo a dos tipos de HC: una huella energética debida a la recolección y distribución del agua y una huella natural debida al uso de superficie forestal.

3.2.3.4. Otros inventarios

El MC3 no está cerrado a la consideración de otros inventarios. En los casos que sea necesario, se pueden considerar cuantos más inventarios se requieran.



3.3. APLICACIÓN DEL METODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES EN EL SERVICIO DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL RÍO MANZANARES A SU PASO POR EL T.M. DE MADRID

A continuación se presentan la aplicación de las fases del MC3 a la empresa adjudicataria del servicio.

3.3.1. Análisis de antecedentes

La empresa cuyo servicio es objeto de estudio cuenta con la certificación ISO 9001 de Sistemas de Gestión de Calidad y la ISO 14001 de Sistemas de Gestión Ambiental. Aunque la empresa no ha realizado ningún estudio en Huella de Carbono, el grupo al que pertenece ha elaborado una Comunicación Ambiental en el 2011, una Memoria de Sostenibilidad del período 2011-2012 y el Informe de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del año 2011.

En lo que respecta al servicio ofrecido por la empresa, no se ha encontrado ninguna publicación de un servicio de las mismas características que haya sido declarada en relación con la ISO 14064, ISO/TR 14069 o ISO/TS 14067.

3.3.2. Definición de objetivo y alcance

El presente estudio tiene como objetivo el cálculo de la HC del servicio de obra y mantenimiento del río tanto con enfoque a organización como a producto. El año base de estudio es 2011 y la unidad funcional es el metro lineal de tramo recorrido por el río. Los datos han sido proporcionados por la empresa adjudicataria, los cuales se recogen en un documento llamado "Informe Económico Mensual" (IEM), en los cuales quedan reflejados todos los gastos que se generan en el servicio de conservación y mantenimiento. Además del documento contable se han manejado las facturas que se han creído oportunas, ya que algunas categorías del IEM agrupaban materiales de intensidad energética muy diversa.

3.3.3. Determinación de límites del sistema

Para realizar las imputaciones de emisiones de GEI de la manera más correcta posible se establecen límites físicos, organizacionales y operacionales.

Límites físicos

Para llevar a cabo el servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por Madrid, el Ayuntamiento tiene varias parcelas distribuidas en dos recintos; ERAR Viveros de la Villa (Figura 3. 3) y ERAR La China (Figura 3. 4). En el recinto de ERAR Viveros de la Villa dispone de un edificio del Centro de Control del río Manzanares, donde se sitúa el laboratorio y el CVTR, además de dos pequeñas parcelas sin un uso, todo ello de 0,08 ha. En ERAR La China tiene una parcela asfaltada de 0,62 ha. En total, estas superficies construidas ocupan 0,70 ha.

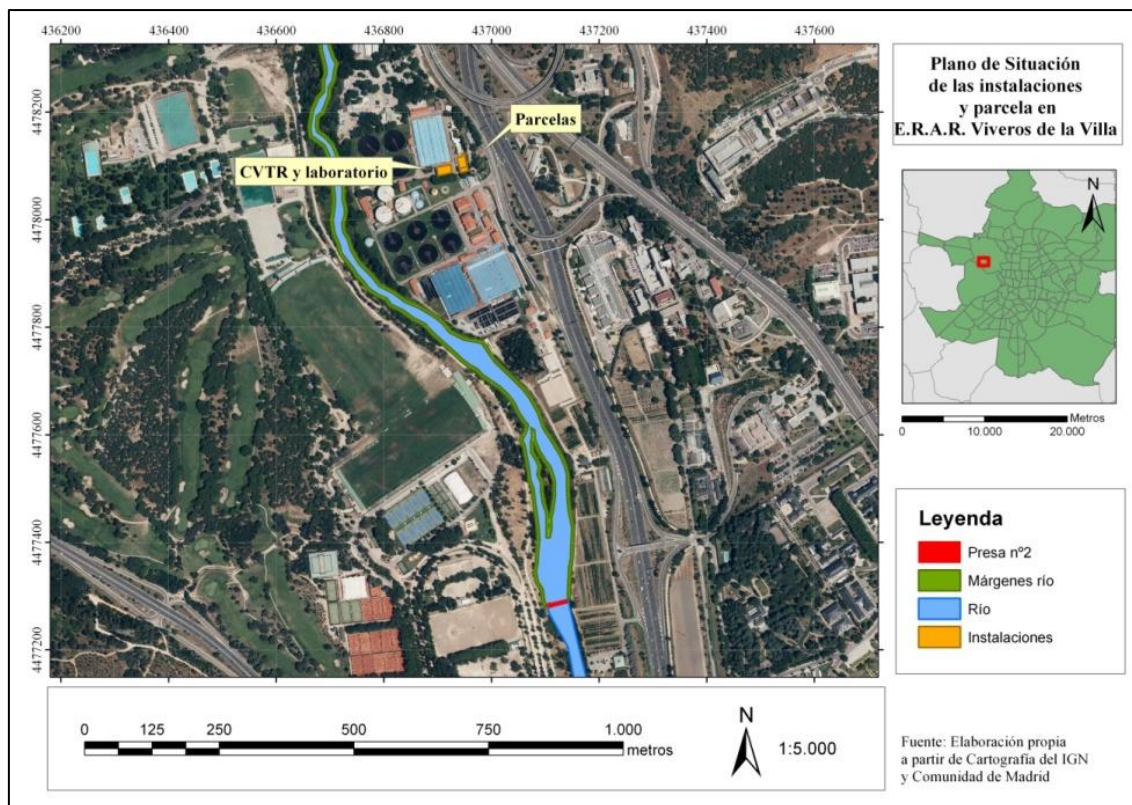


Figura 3. 3: Ortofoto de la zona de ERAR Viveros de la Villa con la presa nº2, el río y márgenes donde actúa y las instalaciones que tienen en ella: CVTR, laboratorio y parcelas.

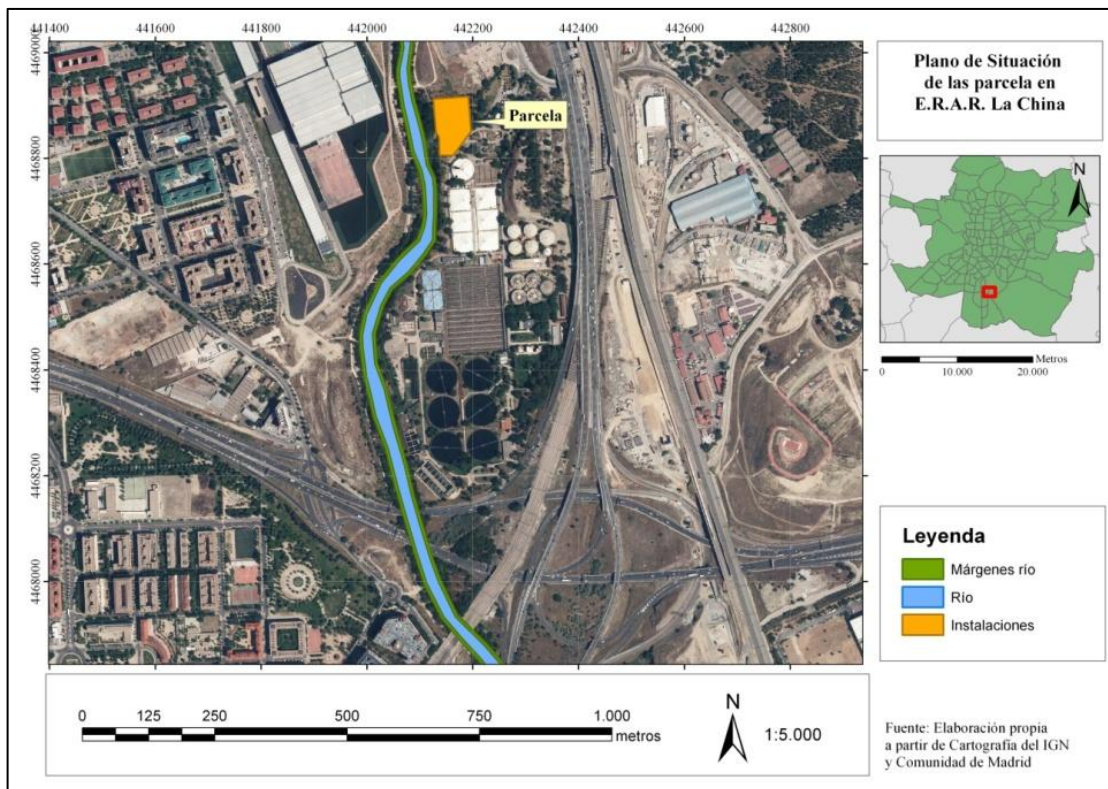


Figura 3. 4: Ortofoto de la zona de ERAR La China con el río y márgenes y la parcela que tienen en ella.

Otra superficie que interviene en este estudio es la que ocupa el río y las zonas de ribera donde actúa la empresa adjudicataria, que corresponden a las zonas de servidumbre (hasta los 5 metros a cada lado). En el tramo urbano no realizan la labor de conservación y mantenimiento de los márgenes ya que el río está canalizado y las zona de servidumbre no son de su competencia. El río ocupa 73,97 ha, las márgenes 22,08 ha y las presas 0,44 ha.

Sin embargo, al tratarse de un servicio que ofrece una empresa subcontratada por el Ayuntamiento de Madrid, se van a calcular las huellas asociadas al uso de suelo, pero no se les va a imputar a la empresa por los siguientes motivos:

- El edificio y parcelas de ERAR Viveros de la Villa y ERAR La China son propiedad del Ayuntamiento de Madrid, no de la empresa cuyo servicio se está estudiando.
- La superficie que ocupa el río y su zona de servidumbre son públicas, por lo que tampoco están bajo control ni propiedad de la empresa adjudicataria.

Límites organizacionales

El enfoque de consolidación utilizado para el cálculo de HC es el denominado control operacional. Por tanto, independientemente del control financiero se imputa la HC asociada a toda actividad bajo control operacional de la empresa subcontratada.

Límites operacionales

Los límites operacionales corresponden con las fases y procesos para los que se calcula la HC. A continuación se muestran las actividades que realiza la empresa para la conservación y el mantenimiento del río:

- Mantenimiento y conservación de compuertas y equipos de accionamiento mecánico (sistemas hidráulico y eléctrico).
- Mantenimiento y conservación de equipos antiespumas y aireadores flotantes. Equipos de presión, tuberías, difusores y deflectores.
- Mantenimiento y conservación de piezómetros.
- Mantenimiento y conservación de Puntos de Control. Equipos de toma de datos y transmisión de información.
- Mantenimiento y conservación de Estaciones de Calidad. Equipos electrónicos, informáticos, de toma de datos y de transmisión de la información.
- Mantenimiento y conservación de casetas, obra civil. Estructuras que albergan equipos de maniobra, estaciones de calidad y puntos de control.
- Mantenimiento y conservación de barandillas y entramados.
- Mantenimiento, conservación y limpieza de refugios de fauna.
- Mantenimiento y conservación de pasarelas.
- Mantenimiento y conservación de puestos de pesca.
- Mantenimiento y conservación de las plataformas de madera de El Pardo.
- Mantenimiento y conservación de los muros de cajero del río. Restauración de pintadas y otros desperfectos, reparaciones en escalerillas de acceso, chapados de granito y embellecedores.
- Mantenimiento de aceras, pavimentos y mobiliario urbano dentro de la zona de actuación del Servicio.

3.3.4. Análisis de inventarios

Inventario de usos del suelo

Se han reconocido tres usos de suelo principales: superficie acuática, cubierta vegetal y superficie biológicamente improductiva.



Para calcular las superficies correspondientes a cada una de las categorías de usos de suelo se ha utilizado la cartografía proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional y la Comunidad de Madrid. A partir de la descarga de la ortofoto de Madrid (hoja 559) del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y con las herramientas de ArcGIS se han calculado todas las superficies antes mencionadas.

A la superficie acuática se le ha atribuido la categoría de consumo de uso acuático, pesca (sin acuicultura). A la hoja MC3 se le ha hecho un cambio, ya que en ésta se calculan las huellas de un uso acuático que implica la explotación del medio mediante la pesca. En el caso de la superficie del río Manzanares, en la longitud del río hay algunos puntos donde se realiza la pesca pero, a cálculos generales, se considera que no se realiza ninguna actividad sobre ella y que no se genera ninguna huella bruta. Por lo tanto, sólo se generará una contrahuella asociada a este uso acuático.

La cubierta vegetal corresponde a toda la superficie que existe en los márgenes de los tramos 1 y 3 del río correspondiente a la zona de servidumbre. A esta superficie se le ha atribuido zona de pastos o jardines, ya que todo el recorrido está formado por pastos y algún árbol de especie propia de ribera. El tramo 2 está canalizado, y la gestión de los márgenes no es responsabilidad de este servicio, ya que forman parte del proyecto "Madrid Río".

Inventario de residuos

Los residuos generados por la actividad del servicio en estudio han sido proporcionados por la empresa adjudicataria. En dicho documento no se recogen los residuos que se generan en el CVTR ni en el laboratorio. Éstos se podrían estimar haciendo un pequeño muestreo, pero después de hacer una valoración, se ha considerado desestimarlos, ya que son residuos de bajo volumen en comparación con el resto generados en las actividades de mantenimiento y conservación.

El documento proporcionado en cuestión ha sido modificado para obtener los datos correspondientes a las categorías que aparecen en la hoja de cálculo MC3. En la Tabla 3. 4 se detallan los residuos proporcionados y la unidad en la que se ha calculado cada uno, y la correspondencia que se ha hecho para tenerlos de acuerdo a las unidades de la hoja de cálculo del método en estudio:

Tabla 3. 4: Clasificación de los residuos generados y correspondencia con la hoja MC3.

Residuo	Ud.	Correspondencia hoja MC3	Ud.	Densidad utilizada para la conversión
Aceites y trapos manchados de hidrocarburos	m ³	. Aceites usados	t	Hablando con el técnico se ha considerado que la mayoría eran aceites, por lo que se ha adoptado la densidad del aceite: $d_{\text{aceite}} = 920 \text{ kg/m}^3$
Piezas de reposición (metales, plásticos y gomas)	kg	. Envases ligeros (plástico, latas, brik)	t	
Piezas de reposición (maderas)	kg	. RSU y asimilables (vertedero tradicional)	t	
Componentes informáticos y electrónicos	m ³	. RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)	t	Densidad considerada como la de un CPU sin monitor: $339,19 \text{ kg/m}^3$
Residuos de construcción	m ³	. Residuos de construcción y demolición	t	$d = 1050 \text{ kg/m}^3$
Pinturas y otros tratamientos químicos superficiales	m ³	. Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	t	$d_{\text{pinturas}} = 1050 \text{ kg/m}^3$ (Rodríguez Rodríguez, 2007)

RSU: Residuos Sólidos Urbanos; RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Inventario de consumos

Para calcular las huellas correspondientes a los años 2011 y 2012 se ha utilizado el Informe Económico Mensual (IEM) ya que en estos documentos aparecen todos los gastos acumulados desde el origen de la actividad, es decir, 1 de enero de 2011. Por tanto, para el cálculo del año 2011 nos bastará con el documento de diciembre de 2011 y para el del 2012 el inventario de consumos será la resta entre dicho documento y el IEM de diciembre de 2012.

El IEM se divide en varios apartados según la naturaleza del consumo. Por ejemplo, todas las herramientas que se compran para hacer reparaciones, los Equipos de Protección Individual que se compran para los operarios o los productos químicos que se compran para analizar el agua del río se recogen en el apartado 3 correspondiente a Almacén de Materiales. Así, tenemos los apartados que se incluyen en la Tabla 3. 5, dentro de los cuales aparecen de forma desagregada el consumo que se hace en cada empresa suministradora.

Tabla 3. 5: Estructura general del Informe Económico Mensual.

Jerarquía	Concepto	Breve descripción
03	Almacén de materiales	Se incluyen todos los tipos de materiales que se han comprado.
10	Personal	Se recogen los salarios que se les paga a los



Jerarquía	Concepto	Breve descripción
		operarios del servicio.
12	Maquinaria propia	En este servicio corresponde al dinero que invierten en la amortización de la maquinaria
13	Subcontratistas	Se incluyen las subcontrataciones que se les ha hecho a empresas diferentes para hacer alguna pequeña obra de reparación en el río.
14	Industriales	Son servicios que les ofrecen diferentes empresas: instalación de extintores, servicio de limpieza, electricidad...
15	Alquiler maquinaria ajena	Corresponden a los gastos que les supone el alquiler de la fotocopidora o de los vehículos de incendios.
21	Maquinaria indirecta	Se recoge el consumo de combustible generado en la actividad.
23	Gastos varios	Se incluyen todos los consumos que no tienen cabida en el resto de apartados. Desde el consumo telefónico hasta la tasa de vertedero o el reconocimiento médico de los operarios.
29	Carga financiera	Es la carga financiera.
27	Tributos	Es el gasto que supone la indemnización del personal.
28	Tasas	Se recogen los gastos de avales.
45	Coste de estructura	Se incluyen los costes de la jerarquía de la empresa.

Para calcular la HC y la HE asociadas a los consumos se ha analizado cada apartado del IEM por separado, manteniendo así la estructura utilizada en la empresa adjudicataria con el fin de que los resultados obtenidos sean más visibles para ellos. El IEM proporciona los siguientes datos por cada apartado: empresa a la que se le ha comprado/alquilado (según el caso) el material/servicio/maquinaria (según el caso) y cuánto ha supuesto este gasto (el importe total sin IVA).

Tras una revisión preliminar de los consumos proporcionados en cada uno de estos apartados, se comprobó que en el caso del Almacén de Materiales era necesario desagregar aún más la información, añadiendo un nivel adicional en esta estructura contable, ya que dentro de la misma clave económica se recogen consumos de naturaleza diversa, con intensidades energéticas muy distintas, que pueden contribuir a la asunción de errores evitables en el cálculo de la huella dado el nivel de detalle que se pretende ofrecer en este estudio.

Para llegar al nivel de desagregación deseado hemos utilizado las facturas proporcionadas por cada proveedor(o empresa), analizándolas de uno en uno y agrupando los materiales con intensidades energéticas parecidas. De esta manera,

a cada material comprado se le ha asignado una categoría concreta de la hoja del MC3. En la Tabla 3. 6 se recogen todas las facturas que se han analizado, agrupadas en cada uno de las diferentes categorías de consumos de la hoja, las cuales quedan representadas en la Figura 3. 5:

Tabla 3. 6: Facturas analizadas del apartado 3 Almacén de Materiales del Informe Económico Mensual.

Categoría de consumo del MC3	Año 2012		Año 2011	
	nº facturas	Valor (€)	nº facturas	Valor (€)
1. EMISIONES DIRECTAS				
.GLP envasado			1	50,00
3. MATERIALES (no orgánicos)				
. Materias primas (áridos-mineral en general)	1	10,92	4	490,05
. Cemento	3	167,02	5	686,48
. Ladrillos, cerámica y material refractario	1	2,46	5	734,83
. Derivados del vidrio	11	1.571,68	7	1.181,65
. Productos derivados del plástico	17	1.410,13	47	6.373,44
. Material textil sintético semi-elaborado	3	55,41	5	243,93
. Vestuario y textil sintético confeccionado	3	4.012,81	5	976,57
. Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	4	69,98	5	335,8
. Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc.	25	5.729,57	24	6.222,22
. Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	5	318,95	11	642,82
. Productos básicos del cobre o níquel	2	145,93		
. Productos básicos del aluminio y derivados	2	351,58	2	510,95
. Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	51	1.790,28	58	2.406,03
. Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	1	844,27	1	178,20
. Miscelánea manufacturas, mat. oficina	1	167,31	1	186,24
. Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)			1	6.455,00
. Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	4	571,38	5	463,67
. Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.			1	718,47
4. SERVICIOS Y CONTRATAS				
.Furgonetas y similares	4		2	263,00
. Otros impuestos o tributos	1	15,94		
6. RECURSOS FORESTALES				
. Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	1	19,78	2	225,18
. Chapas de madera	1		1	149,33
. Trozas de madera, puntales, pilotes, estiba, palets, traviesas, etc.			1	80,4
. Pasta de madera u otras fibras celulósicas			2	80,29
. Artic. manufact. de madera (no muebles)			2	129,86
. Papel, cartón y sus manufacturas	4	892,65		
TOTAL	140	18.148,05	198	29.784,41

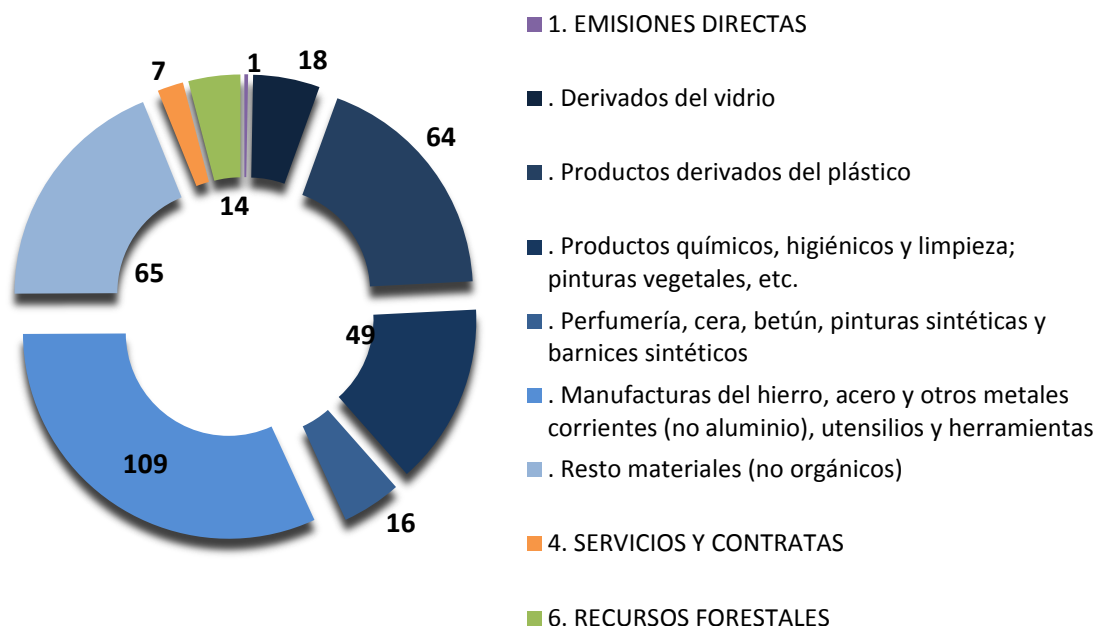


Figura 3. 5: Cantidad de facturas analizadas del apartado 3 Almacén de Materiales del IEM, clasificados según los capítulos de consumo del MC3.

En total, por tanto, se han tenido que analizar 338 facturas.

El cálculo de las huellas asociadas al consumo de electricidad se ha hecho conforme habría que hacerlo si se quisiera certificar, es decir, dando el consumo en kW·h (para certificar se pide que las huellas del Alcance 1 y 2 sean calculadas preferiblemente a partir de unidades energéticas o datos de actividad físicos). Como el IEM proporciona la actividad en datos económicos (dentro del apartado 14 o Industriales), se han pedido las facturas de consumo de electricidad de cada presa y de cada mes y se ha calculado el consumo total. En total se han contabilizado 182 facturas y, a partir de ellas, se han hecho las estimaciones debidas para calcular los consumos de electricidad en los casos en los que no se han encontrado las facturas. Se han actualizado de la hoja MC3 los porcentajes del mix energético del suministrador con los datos más actualizados que se han encontrado (Iberdrola, 2009).

En el caso del Alcance 1 correspondiente al apartado 21 del IEM se ha partido directamente del dato económico, ya que la obtención de la cantidad de volumen de combustible se hacía muy costosa al tener las facturas registradas con el resto de los consumos de combustible de la empresa.

En el resto de casos se han utilizado los datos proporcionados por el IEM. En algunos casos, sin embargo, se han hecho estimaciones porque algunas empresas proporcionan servicios de naturaleza diferente, de modo que el dato de partida se ha disgregado y se ha asignado un porcentaje a cada servicio que ofrece. Por ejemplo, el alquiler de la fotocopidora que se recoge en el epígrafe 1.15 Alquiler de Maquinaria, se ha disgregado en 2: Por un lado se ha estimado que el 30% del importe total corresponde a un servicio interior de mantenimiento y el resto del porcentaje (70%) se le ha atribuido a la categoría de aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc. Todas las consideraciones realizadas se recogen en la hoja Excel del Anexo IV que se encuentra en el CD.

3.3.4.1. Sigüientes fases

Los resultados del inventario así como las siguientes fases del Método (HC y HE corporativa, HC y HE producto, Evolución de HC y HE, Propuestas de mejora) se presentan en el apartado 4 "Resultados y discusión" y 5 "Propuestas de mejora".



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. HUELLA DE CARBONO Y HUELLA ECOLÓGICA DEL AÑO 2011

La cuantificación de las emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares durante el año 2011 ha sido de **149,25 tCO₂e**, con una huella ecológica neta de **35,06 haG**. En la Tabla 4. 1 se muestran los resultados por alcances⁴:

Tabla 4. 1: Huella de Carbono y Huella Ecológica por Alcances. Año 2011.

	Año 2011						
	Consumo (€)	HC (tCO ₂ e)	%HC	HC _{unitario} (kgCO ₂ e/€)	HE (haG)	%HE	HE _{unitario} (m ² G/€)
TOTAL	193.158,22	149,25	100,00	0,77	35,06	100,00	1,82
ALCANCE 1	12.609,12	48,89	32,76	3,88	11,34	32,35	8,99
ALCANCE 2	7.552,77	12,41	8,32	1,64	2,88	8,21	3,81
ALCANCE 3	172.996,33	87,94	58,92	0,51	20,84	59,45	1,20

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

A la vista de la tabla anterior y como se muestra gráficamente en la Figura 4. 1 se comprueba que las emisiones de GEI procedentes de las fuentes de emisión incluidas en el Alcance 3 son las que más contribuyen a la Huella de Carbono y la Huella Ecológica estimadas, seguidas de las del Alcance 1, con una contribución considerable también. Sin embargo, si se analiza esta contribución teniendo en cuenta la inversión económica realizada en cada alcance, se aprecia que es el Alcance 1 el que más contribuye a la HC y HE por euro invertido. Las HC y HE son indicadores de sostenibilidad pero, como es normal, aumentan al aumentar el consumo.

Como es de esperar, y tal y como se aprecia en la gráfica derecha de la Figura 4. 2, en una obra de conservación y mantenimiento el consumo que se realiza en el Alcance 3 es mayoritario. Sin embargo, la contribución que hace a la HC y a la HE por euro invertido es mucho menor en comparación con los Alcances 1 y 2, lo cual se aprecia en la Figura 4. 3. A lo largo de este capítulo se analizarán los motivos de estas diferencias.

⁴ Alcance: Ver página 45 sobre la definición de alcances.

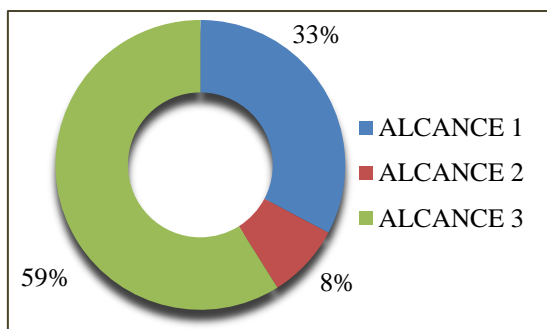


Figura 4. 1: Contribución a la Huella de Carbono por Alcances. Año 2011.

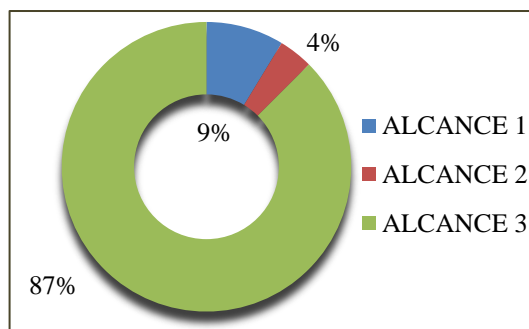


Figura 4. 2: Contribución a la inversión económica por Alcances. Año 2011.

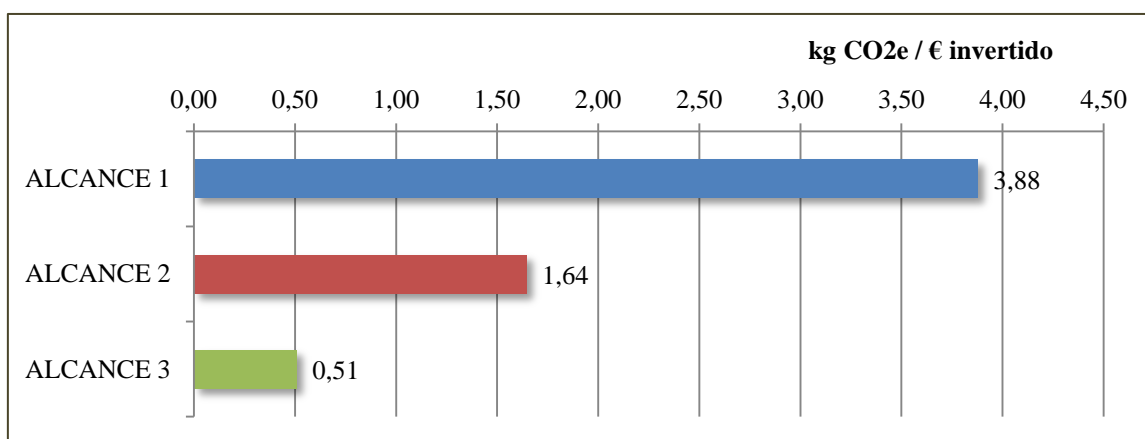


Figura 4. 3: Contribución a la Huella de Carbono por € invertido según el Alcance. Año 2011.

En la Tabla 4.2 se detalla la estructura de la matriz de consumos-superficies modificada junto con la cuantificación de las emisiones de GEI procedentes de cada categoría de consumo para el año 2011.

Tabla 4. 2: Huella de Carbono y Huella Ecológica de la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares. Año 2011.

Concepto	Año 2011		
	Consumo (€)	HC (tCO ₂ e)	HE (haG)
TOTAL	193.158,22	149,25	35,06
1.-EMISIONES DIRECTAS	12.609,12	48,89	11,34
2.-EMISIONES INDIRECTAS	7.552,77	12,41	2,88
3.- MATERIALES (no orgánicos)	55.076,78	75,98	17,62
3.1. Materiales de flujo (mercancías)	55.076,78	75,98	17,62
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	112.385,94	9,03	2,09
4.1. Servicios con baja movilidad	96.700,11	2,61	0,61
4.2. Servicios con alta movilidad	15.158,97	6,26	1,45
4.3. Servicios de transporte de mercancías	217,00	0,11	0,03
4.4. Uso de infraestructuras públicas	309,86	0,04	0,01
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	4.640,956	0,90	0,52
5.1. Productos para consumo	19,78	0,01	0,00
5.2. Servicios de restaurante	4.621,18	0,90	0,52



Concepto	Año 2011		
	Consumo (€)	HC (tCO ₂ e)	HE (haG)
6. RECURSOS FORESTALES	892,65	1,12	0,26
6.1. Materiales de flujo (mercancías)	892,65	1,12	0,26
7. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES		0,91	0,35
7.1. Residuos no peligrosos		0,76	0,31
7.2. Residuos peligrosos		0,15	0,04

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

En la Figura 4. 4 quedan reflejados los porcentajes de contribución a la HC de cada uno de los epígrafes correspondientes al Alcance 3:

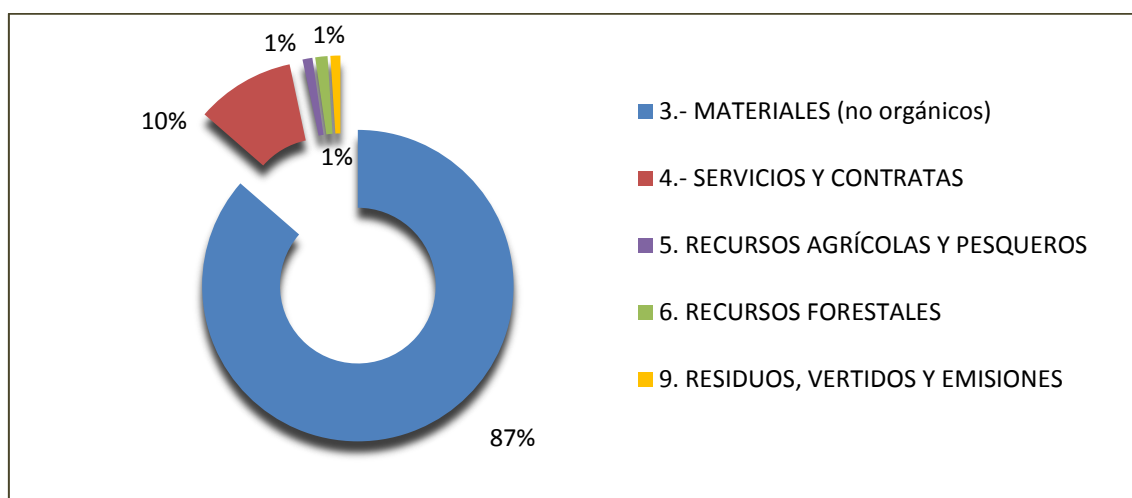


Figura 4. 4: Porcentajes de Huella de Carbono de los epígrafes del Alcance 3. Año 2011.

Lo más destacado es que el epígrafe que más contribuye al Alcance 3 es el correspondiente a materiales no orgánicos, con una HC de 75,98 tCO₂e y una HE de 17,62 haG. Después le sigue el capítulo de servicios y contratas, pero su contribución apenas supone un 10% de los materiales. Como se aprecia en la Figura 4. 5, la contribución más alta a la HC por € invertido es del epígrafe de materiales, seguido de los recursos forestales. Las cargas unitarias de los restantes epígrafes no llegan a una quinceava parte de la de los materiales.

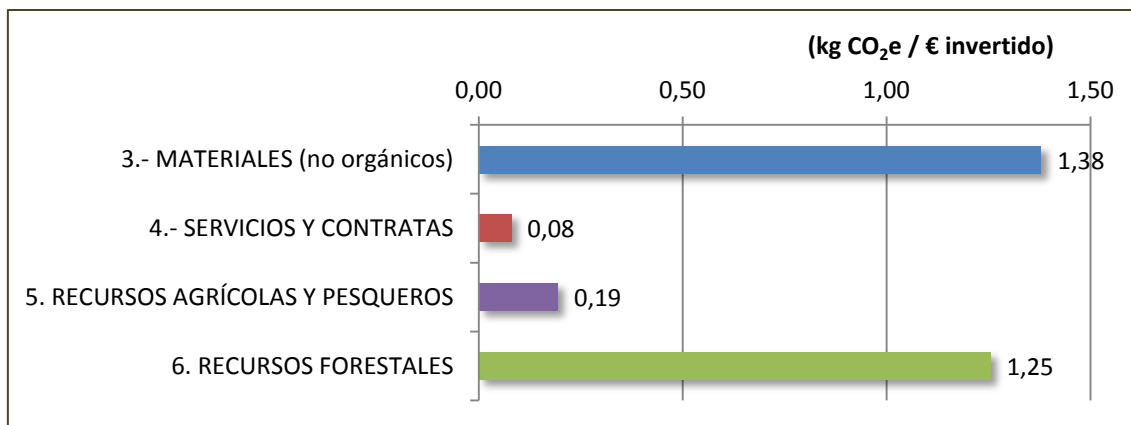


Figura 4. 5: Contribución a la Huella de Carbono por unidad monetaria de los epígrafes del Alcance 3 (Exceptuando el correspondiente a residuos, ya que no hay ningún gasto monetario asociado). Año 2011.

La causa del alto valor de carga de CO₂e por unidad monetaria que tiene el epígrafe de recursos forestales es debida a dos consideraciones. En primer lugar, de acuerdo con la especificación técnica ISO/TS 14067, no se contabiliza la compensación de emisiones por la fijación de CO₂ atmosférico. En segundo lugar tampoco se contabilizan las emisiones evitadas por la autogeneración de energía eléctrica. Es por ello que en estudios con un alto consumo en recursos forestales se recomienda hacer inventarios específicos que permitan poner en valor este recurso renovable.

A continuación se detallarán uno a uno los capítulos de la matriz de consumos-superficie.

1. Emisiones directas

En el capítulo 1 correspondiente a “emisiones directas” se ha reducido el número de categorías de consumo según los tipos de combustibles empleados en el servicio de conservación y mantenimiento. El contenido del capítulo se detalla en la Tabla 4. 3, el cual se ha simplificado a una categoría de consumo que corresponde al combustible consumido por los vehículos para el desplazamiento de los operarios durante el servicio.

Tabla 4. 3: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Emisiones directas”. Año 2011.

Categoría	Consumo (l)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
1.-EMISIONES DIRECTAS			48,89	3,88	11,34	8,99
1.1. Combustibles						
.Gasol A	17.202,07	8,91	48,89	3,88	11,34	8,99

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

2. Emisiones indirectas

El capítulo 2 correspondiente a emisiones indirectas por consumo eléctrico se ha dejado intacto. En la Tabla 4. 4 se recoge el consumo total de electricidad del servicio junto con las huellas generadas para el año 2011.

Tabla 4. 4: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Emisiones indirectas". Año 2011.

Categoría	Consumo (kW·h)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
2.-EMISIONES INDIRECTAS			12,41	1,64	2,88	3,81
2.1. Electricidad	58.821,15	3,91	12,41	1,64	2,88	3,81

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

Esta electricidad corresponde a la electricidad que consumen las presas y el Paseo Fluvial y Arroyo Pozuelo. En la Tabla 4.5 se recogen estos consumos por presas:

Tabla 4. 5: Huellas y consumos de los gastos de electricidad desglosada. Año 2011.

2.1. Electricidad	Ud.	Consumo	HC (tCO ₂ e)	HE (haG)
TOTAL			12,41	2,88
Arroyo Pozuelo	[kWh]	1.615,07	0,34	2,88
Presa nº2	[kWh]	5.626,14	1,19	0,08
Presa nº3	[kWh]	23.747,19	5,01	0,28
Presa nº4	[kWh]	3.579,44	0,76	1,16
Presa nº5	[kWh]	2.653,74	0,56	0,18
Presa nº6	[kWh]	2.841,78	0,60	0,13
Presa nº7	[kWh]	3.329,47	0,70	0,14
Presa nº8	[kWh]	2.615,16	0,55	0,16
Presa nº9	[kWh]	7.382,58	1,56	0,13
Presa nº10	[kWh]	809,75	0,17	0,36
Paseo fluvial	[kWh]	4.620,83	0,98	0,04

Ud.: Unidad; HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

El movimiento que hay que suministrar a las compuertas para que el río esté en caso tramo semiembalsado supone el principal consumo eléctrico de las presas: hay que regular un caudal circulante de 1-1,5 m³ como norma general, fluctuante a lo largo del día, con una compuerta de 17 m de longitud. Si las compuertas estuvieran abiertas o cerradas del todo, el consumo eléctrico sería bastante más reducido.

Hay otra parte que se va en consumos internos de iluminación y de los equipos de transmisión de datos, los cuales funcionan de continuo. Las clapetas situadas sobre las compuertas principales apenas suponen consumo, ya que su uso no es muy frecuente, salvo para pruebas. Por último se encuentran los aireadores flotantes – únicamente en las presas nº 3 y nº 4- empleados en momentos de déficit de oxígeno disuelto y los sistemas antiespumantes –en las presas nº 2, nº 3 y nº 4-.

En Arroyo Pozuelo y en el Paseo Fluvial, la electricidad corresponde a las estaciones de Calidad y a los Puntos de Control.

3. Materiales (no orgánicos)

En el epígrafe 1 correspondiente a materiales no orgánicos se ha reducido a uno el número de subepígrafes. También se ha reducido el número de categorías de consumo a un total de diecinueve. La nueva estructura del epígrafe se muestra en la Tabla 4. 6, junto con los consumos y huellas asociadas.

Tabla 4. 6: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Materiales (no orgánicos)". Año 2011.

Categoría	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
3.- MATERIALES (no orgánicos)	55.076,78	28,51	75,98	1,38	17,62	3,20
3.1. Materiales de flujo (mercancías)						
. Materias primas (áridos-mineral en general)	10,92	0,01	0,00	0,09	0,00	0,21
. Cemento	167,02	0,09	0,51	3,03	0,12	7,03
. Ladrillos, cerámica y material refractario	2,46	0,00	0,00	0,49	0,00	1,14
. Derivados del vidrio	1.571,68	0,81	2,61	1,66	0,61	3,86
. Productos derivados del plástico	1.410,13	0,73	5,09	3,61	1,18	8,37
. Material textil sintético semi-elaborado	55,41	0,03	0,07	1,21	0,02	2,80
. Vestuario y textil sintético confeccionado	4.012,81	2,08	3,21	0,80	0,74	1,86
. Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	69,98	0,04	0,48	6,88	0,11	15,97
. Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc.	5.729,57	2,97	16,92	2,95	3,92	6,85
. Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	318,95	0,17	0,69	2,17	0,16	5,03
. Productos básicos del cobre o níquel	145,93	0,08	0,10	0,70	0,02	1,63
. Productos básicos del aluminio y derivados	351,58	0,18	2,87	8,16	0,67	18,93
. Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	1.790,28	0,93	1,39	0,77	0,32	1,79
. Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	844,27	0,44	1,10	1,30	0,25	3,02
. Miscelánea manufacturas, mat. oficina	167,31	0,09	0,15	0,92	0,04	2,14
. Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	42,30	0,02	0,06	1,53	0,01	3,54
. Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	705,50	0,37	0,80	1,13	0,18	2,61
. Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles terrestres y tractores (y sus partes)	32.666,78	16,91	35,99	1,10	8,35	2,56
. Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	5.013,90	2,60	3,95	0,79	0,92	1,83

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

La categoría de consumo que más contribuye a la HC es la de “los vehículos de transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles y tractores (y sus partes)”. Emite el 47% de lo que emiten los materiales no orgánicos. Dicha cantidad es tan elevada debido al consumo del mismo, que asciende a un 59% del total del capítulo 3 al que pertenece. Si se observa la Tabla 4. 6, la cantidad de CO₂e que emite por unidad monetaria no es muy alto en comparación con otros capítulos de consumo.

Dichas diferencias pueden ser debidas a tres factores, en el caso de la HC, y un cuarto factor más para el caso de la HE. Dichos factores se recogen en la Figura 4. 6.

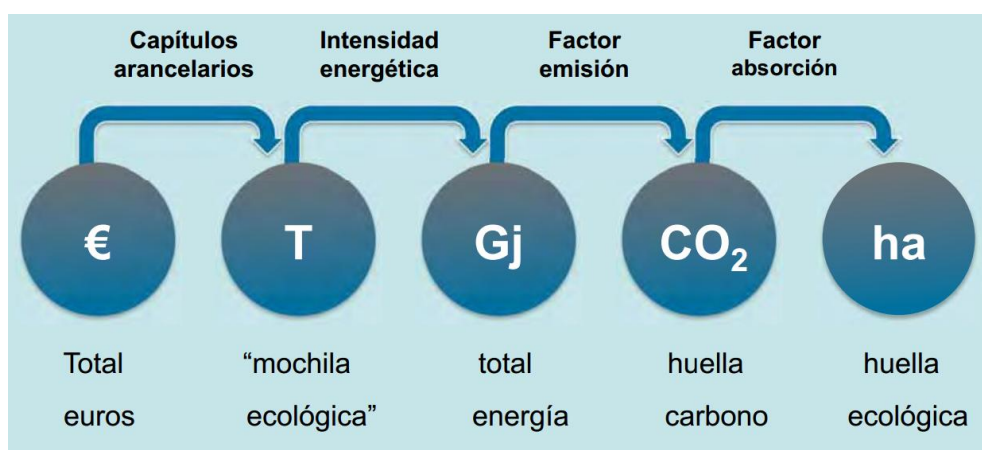


Figura 4. 6: Conversión de los materiales o productos. (Doménech, 2011)

Destaca la categoría de “productos básicos del aluminio y derivados”. Su alto valor unitario radica en la intensidad energética, ya que tiene, con diferencia, el valor más alto junto con “aparatos eléctricos de precisión”. Éste último, sin embargo, tiene un factor de conversión de euros a toneladas muy alta, lo que hace que la carga de HC sea mucho más baja que la de los productos de aluminio.

La segunda mayor aportación unitaria es de los “combustibles y aceites minerales”, debido al factor de conversión de euros a toneladas del capítulo arancelario, el cual es muy bajo en comparación con el resto de capítulos de consumo. En la Figura 4.7 se muestran las categorías de consumo más conflictivas del capítulo, donde se puede apreciar la contribución a la HC y la HC unitaria de cada categoría.

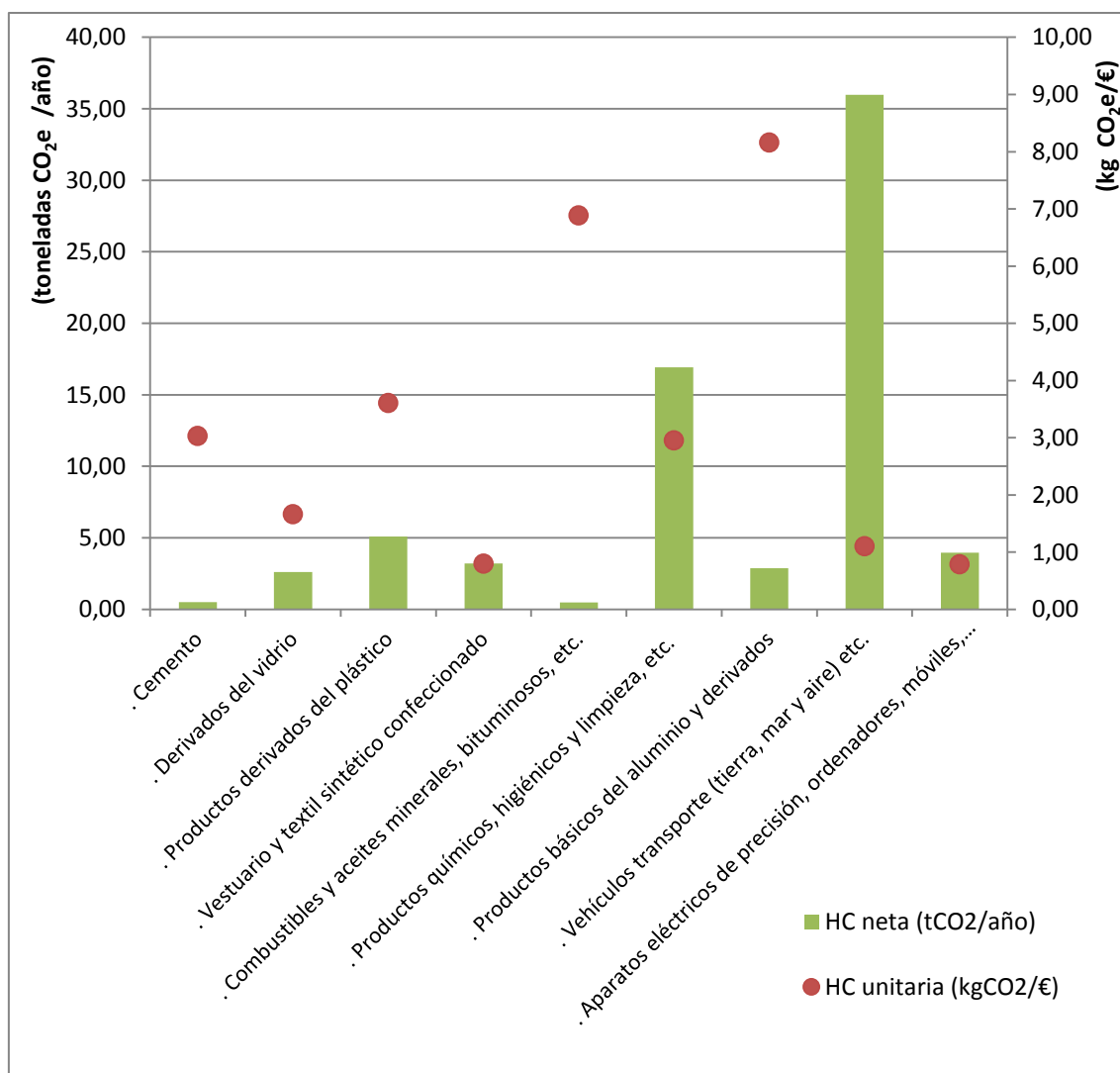


Figura 4. 7: Huella de Carbono neta y unitaria de algunas de las categorías de consumo del epígrafe de "Materiales (no orgánicos)". Año 2011.

4. Servicios y contrata

Las categorías de consumo propuestas en el epígrafe correspondiente a servicios se reducen a once, tal y como se muestra en la Tabla 4. 7.

Tabla 4. 7: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Servicios y contrata". Año 2011.

Categoría	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	112.385,94	58,18	9,03	0,08	2,09	0,19
4.1. Servicios con baja movilidad						
. Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	24.874,58	12,88	1,04	0,04	0,24	0,10



Categoría	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
. Servicios de oficina de alto valor añadido	60.798,31	31,48	1,27	0,02	0,29	0,05
. Telefonía (total fijos y móviles)	2592,30	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00
. Servicios médicos	1200,00	0,62	0,22	0,18	0,05	0,42
. Formación externa	280,00	0,14	0,08	0,27	0,02	0,62
. Servicios interiores de limpieza, mantenimiento y similares	5.029,43	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00
. Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	1.925,49	1,00	0,01	0,01	0,00	0,01
4.2. Servicios con alta movilidad						
. Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	14.992,29	7,76	6,13	0,41	1,42	0,95
. Correo, paquetería, mensajería	166,68	0,09	0,13	0,80	0,03	1,85
4.3. Servicios de transporte de mercancías						
. Camiones	217,00	0,11	0,11	0,51	0,03	1,18
4.4. Uso de infraestructuras públicas						
. Otros impuestos o tributos	309,86	0,16	0,04	0,14	0,01	0,27

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

La empresa adjudicataria destinó casi el 60% de la financiación a servicios y contratas. Sin embargo, esto supuso tan sólo el 6,05% de la HC total.

Viendo las cargas de CO₂e por unidad monetaria de los capítulos de consumo del apartado de servicios y contratas (Tabla 4. 7) se puede entender la poca contribución de éstos a la HC total del servicio. La carga unitaria de todo el apartado no supera a ninguno de las cargas de los capítulos de consumo del apartado de materiales, distando mucho del resto.

Dentro de este epígrafe es el servicio exterior de limpieza y mantenimiento el que más contribuye a las HC y HE, un 68% precisamente (Figura 4. 8). Esto es debido a que al tratarse de un servicio con alta movilidad, se considera que es el gasoil la fuente de energía utilizada, al igual que en el servicio de correo, paquetería, mensajería y camiones para transportar mercancías. En los servicios de baja movilidad, se considera que se utiliza la electricidad.

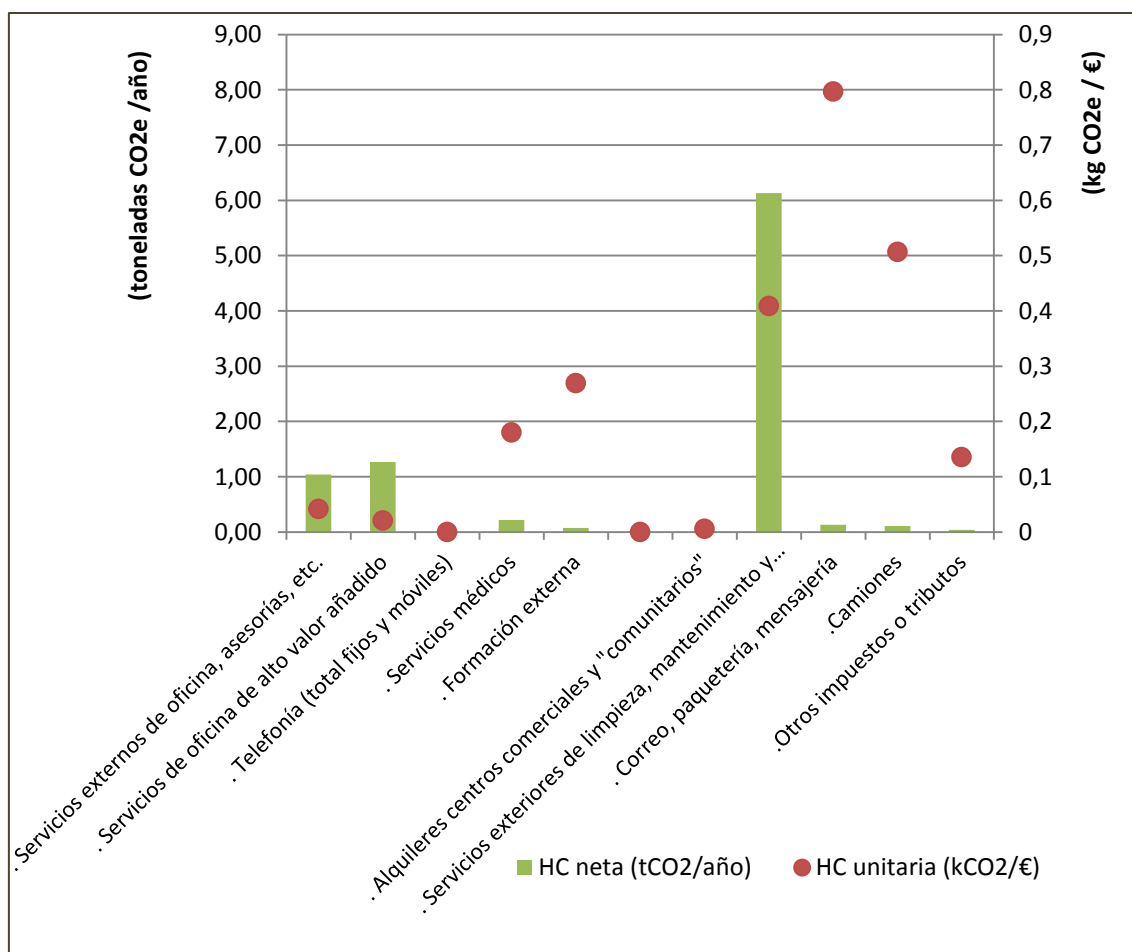


Figura 4. 8: Huella de Carbono neta y unitaria de las categorías de consumo del epígrafe de "Servicios y Contratas". Año 2011.

5. Recursos agrícolas y pesqueros

El tercer epígrafe correspondiente a recursos agrícolas y pesqueros se ha reducido a dos categorías de consumo, como se muestra en la Tabla 4. 8. Este capítulo representa tan sólo el 2,40% del consumo económico total del servicio objeto de estudio. La contribución a la HC y HE es también pequeña, apenas llega al 1% en el caso de la HE y la HC no llega ni al 1%, proviniendo la mayor contribución de las comidas de empresa.

**Tabla 4. 8: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos agrícolas y pesqueros". Año 2011.**

Categoría	Consumo (€)	Reparto económico %	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	4.640,96	2,40	0,90	0,19	0,52	1,11
5.1. Productos para consumo						
5.1.1. Vestuario y manufacturas						
. Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	19,78	0,01	0,01	0,31	0,00	0,72
5.2. Servicios de restaurante						
. Comidas de empresa	4.621,18	2,39	0,90	0,19	0,52	1,11

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica

6. Recursos forestales

El cuarto epígrafe correspondiente a recursos forestales también se simplifica, reduciendo el número de categorías de consumo a uno, como muestra la Tabla 4. 9.

Tabla 4. 9: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos forestales". Año 2011.

Categoría	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
6. RECURSOS FORESTALES	892,65	0,46	1,12	1,25	0,26	2,91
6.1. Materiales de flujo (mercancías)						
. Papel, cartón y sus manufacturas	892,65	0,46	1,12	1,25	0,26	2,91

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

La aportación a la HC y HE es muy baja debido a que la contribución económica es también baja. Al suponer el 0,46% del consumo económico, la contribución de la HC y HE no llegan en ninguno de los dos casos al 0,75% de las Huellas totales.

En la Figura 4. 9 se recogen las HC generadas por los recursos agrícolas y pesqueros y los recursos forestales.

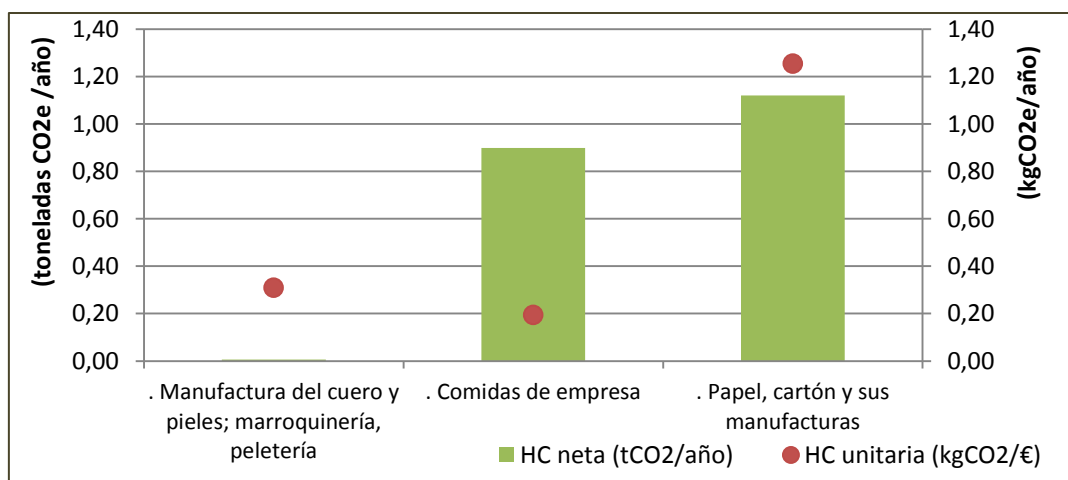


Figura 4. 9: Huella de Carbono neta y unitaria de las categorías de consumo de los capítulos recursos agrícolas y pesqueros y recursos forestales. Año 2011.

7. Residuos, vertidos y emisiones

El quinto y sexto epígrafes, correspondientes a los recursos hídricos y uso de agua, desaparecen por completo. Queda por tanto el último epígrafe correspondiente a residuos, vertidos y emisiones. Éste se reduce a dos subepígrafes, "residuos no peligrosos" y "residuos peligrosos", omitiendo los subepígrafes que hacen referencias a vertidos efluentes y otros GEI. La razón de esta exclusión es que el cálculo de estos aún no está suficientemente desarrollado en el método. En la Tabla 4. 10 se muestra el resultado de la simplificación de este epígrafe.

Tabla 4. 10: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Residuos, vertidos y emisiones". Año 2011.

Categoría	Consumo (t)	HC (tCO ₂ e)	HE (haG)
7. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES		0,91	0,35
7.1. Residuos no peligrosos			
. RSU y asimilables (vertedero tradicional)	1,00	0,76	0,18
. Envases ligeros (plásticos, latas, briks)	2,55	0,00	0,08
. Residuos de construcción y demolición	46,73	0,00	0,05
7.2. Residuos peligrosos			
. Aceites usados	0,22	0,04	0,01
. Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	0,53	0,11	0,03
. RAEE	0,07	0,00	0,00

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica; RSU: Residuos Sólidos Urbanos; RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Las huellas derivadas de la generación de residuos sólo suponen el 0,83% de la HC y el 1,36% de la HE. Aunque en cantidad son los residuos de construcción y demolición los más importantes, son los Residuos Sólidos Urbanos y asimilables los que más contribuyen a la HC y HE. La generación de residuos no tiene ningún gasto económico asociado, por lo que no se ha calculado, las cargas de huellas por unidad monetaria.

**Uso del suelo**

Por último, en la Tabla 4. 11 se recogen las huellas que generaría el uso del suelo. Éstas no se suman al cómputo de las Huellas del servicio porque se considera que es el municipio y no el gestor del servicio quien tiene la propiedad y control de las mismas. Sin embargo se ha considerado relevante calcularlas a fin de ofrecer un valor añadido y tener una visión más general de la sostenibilidad del servicio que se ofrece.

Tabla 4. 11: Huella de Carbono y Huella Ecológica generada por el uso del suelo (no imputado a la empresa adjudicataria)

Categoría	Superficie (ha)	Huella de Carbono			Huella Ecológica		
		Bruta (tCO ₂ e)	Contra (tCO ₂ e)	Neta (tCO ₂ e)	Bruta (haG)	Contra (haG)	Neta (haG)
USO DEL SUELO		2,27	36,54	-34,27	2,27	45,02	-42,75
1. Sobre tierra firme							
. Zonas de pastos o jardines	22,08	0,00	18,64	-18,64	0,00	13,36	-13,36
. Construido, asfaltado, erosionado, etc.	1,15	2,27	0,00	2,27	2,27	0,00	2,27
2. Sobre agua							
. Usos acuáticos, pesca (sin acuicultura)	73,97	0,00	17,90	-17,90	0,00	31,66	-31,66

De acuerdo a los resultados, la contrahuella ecológica derivada del uso del suelo (42,75haG) es superior a la HE del servicio (35,06 haG). Por tanto, si hubiésemos considerado los usos del suelo como huella imputada, el servicio de obra de mantenimiento y conservación podría ser catalogado como sostenible.

Tal y como se ha explicado en apartados anteriores, esta contrahuella debe ser imputada al Ayuntamiento y no a la empresa adjudicataria. Dicha empresa no tienen la propiedad ni el control sobre el uso de suelo que se desarrolla.

Huella de Carbono y Huella Ecológica con enfoque a Producto

Para poder dar una visión más global a los resultados y que este estudio sea más comparable en el futuro con estudios en servicios de características semejantes, se ha decidido calcular las HC y HE del servicio por kilómetro de río recorrido. Mediante la cartografía del Instituto Geográfico Nacional y la herramienta ArcGIS se ha estimado una longitud del río de 28,69 km.

Dividendo el total de la HC y HE por la longitud del río se estima la HC y HE con enfoque a Producto. Hay que considerar que es el valor anual y no el asociado al tiempo de vida medio de la fase de uso y disfrute del servicio. Este cálculo de la HC

y HE de producto es posible dado que el cálculo de la HC y HE con enfoque a organización se ha realizado considerando gran cantidad de información para lograr la cuantificación de las emisiones de Alcance 3. En caso de que la empresa desee la certificación, deberá elaborar un informe que tenga en cuenta las normas y/o especificaciones ISO asociadas.

En definitiva, se queda que la HC neta del servicio de obra de conservación y mantenimiento es de 5,20 tCO₂e/km y una HE neta de 1,22 haG/km.



4.2. HUELLA DE CARBONO Y HUELLA ECOLÓGICA DEL AÑO 2012

La cuantificación de las emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares durante el año 2012 ha sido de **205,30 tCO₂e**, con una huella ecológica neta de **47,08 haG**. Para su cálculo se ha seguido el mismo procedimiento que en el del año 2011. En la Tabla 4. 12 se muestran estas huellas por Alcances:

Tabla 4. 12: Huella de Carbono y Huella Ecológica por Alcances. Año 2012.

	Año 2012						
	Consumo (€)	HC (tCO ₂ e)	%HC	HC _{unitario} (kgCO ₂ e/€)	HE (haG)	%HE	HE _{unitario} (m ² G/€)
TOTAL	215.415,07	205,30	100,00	1,08	47,08	100,00	2,19
ALCANCE 1	14.823,21	53,29	25,96	3,60	12,36	26,25	8,34
ALCANCE 2	8.133,66	12,56	6,12	1,54	2,91	6,18	3,58
ALCANCE 3	192.458,20	139,44	67,92	0,72	31,81	67,56	1,65

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

La mayoría de los capítulos de la matriz de consumos-superficie se queda igual que la del año 2011. Hay sin embargo algunas categorías de consumo que se adhieren. Los datos de entrada, en todo caso, no son los mismos, por lo que en la Tabla 4. 13 se desagrega la información de cada epígrafe.

Tabla 4. 13: Huella de Carbono y Huella Ecológica de la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares. Año 2012.

Concepto	Año 2012		
	Consumo (€)	HC (tCO ₂)	HE (haG)
TOTAL	215.415,07	205,30	47,08
1.-EMISIONES DIRECTAS	14.823,21	53,29	12,36
2.-EMISIONES INDIRECTAS	8.133,66	12,56	2,91
3.- MATERIALES (no orgánicos)	81.614,38	129,85	29,37
3.1. Materiales de flujo (mercancías)	62.243,57	103,41	23,98
3.2. Obras	19.370,81	26,44	5,39
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	109.406,16	7,66	1,78
4.1. Servicios con baja movilidad	97.340,04	2,50	0,51
4.2. Servicios con alta movilidad	11.490,11	4,69	1,09
4.3. Servicios de transporte de mercancías	480,00	0,45	0,11
4.4. Uso de infraestructuras públicas	96,00	0,01	0,00
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y	997,79	0,22	0,10

Concepto	Año 2012		
	Consumo (€)	HC (tCO ₂)	HE (haG)
PESQUEROS			
5.1. Productos para consumo	225,18	0,07	0,02
5.2. Servicios de restaurante	772,61	0,15	0,09
6. RECURSOS FORESTALES	439,88	0,76	0,18
6.1. Materiales de flujo (mercancías)	439,88	0,76	0,18
7. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES		0,95	0,38
7.1. Residuos no peligrosos		0,77	0,33
7.2. Residuos peligrosos		0,18	0,05

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

1. Emisiones directas

En el caso del epígrafe de las emisiones directas, al combustible consumido por los vehículos que se utilizan para desplazarse se le añade el combustible estimado que hay en una botella de camping gas que se compró. En este caso, como la botella se puede recargar y, por tanto, reutilizar cuantas veces se quiera, no se ha considerado la huella que genera el material en sí, solamente el contenido de gas.

Tabla 4. 14: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Emisiones directas”. Año 2012.

Concepto	Consumo	Ud.	Reparto económico (%)	HC		HE	
				(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
1.-EMISIONES DIRECTAS				53,29	3,60	12,36	8,34
1.1. Combustibles							
.GLP envasado	0,00275	t	1,28E-06	0,01	0,16	0,00	0,38
.Gasoil A	18.747,73	l	8,70	53,28	3,61	12,36	8,37

Ud.: Unidad; HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica; GLP: Gas licuado del Petróleo

2. Emisiones indirectas

El epígrafe 2 correspondiente a emisiones indirectas por consumo eléctrico es igual que el del año 2011. En la Tabla 4. 15 se recoge el consumo total de electricidad del servicio para el año 2012.



Tabla 4. 15: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Emisiones indirectas”. Año 2012.

Concepto	Consumo (kW·h)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
2.-EMISIONES INDIRECTAS			12,56	1,54	2,91	3,58
2.1. Electricidad	59527,09	3,78	12,56	1,54	2,91	3,58

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica

La distribución de los gastos de electricidad es parecida a la del año 2011. En la Tabla 4.16 se recogen dichos consumos.

Tabla 4. 16: Huellas y consumos de los gastos de electricidad desglosada. Año 2012.

2.1. Electricidad	Ud.	Consumo	HC (tCO ₂ e)	HE (haG)
TOTAL			12,56	2,91
Arroyo Pozuelo	[kWh]	1.783,22	0,38	0,09
Presa nº2	[kWh]	3.270,16	0,69	0,16
Presa nº3	[kWh]	25.440,87	5,37	1,24
Presa nº4	[kWh]	4.424,33	0,93	0,22
Presa nº5	[kWh]	3.149,77	0,66	0,15
Presa nº6	[kWh]	3.812,89	0,80	0,19
Presa nº7	[kWh]	3.270,89	0,69	0,16
Presa nº8	[kWh]	3.012,50	0,64	0,15
Presa nº9	[kWh]	6.278,70	1,33	0,31
Presa nº10	[kWh]	814,67	0,17	0,04
Paseo fluvial	[kWh]	4.269,09	0,90	0,21

Ud.: Unidad; HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

3. Materiales (no orgánicos)

En la Tabla 4. 17 se recogen las categorías de consumo, los consumos y las huellas asociadas correspondientes al epígrafe de materiales (no orgánicos). La mayor diferencia con respecto a los consumos recogidos para el año 2011 reside en que para el año 2012 hay que agregar los consumos derivados de tres obras realizadas.

Tabla 4. 17: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Materiales (no orgánicos)”. Año 2012.

Concepto	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
3.- MATERIALES (no orgánicos)	81.615,38	37,89	129,85	1,59	29,37	3,60
3.1. Materiales de flujo (mercancías)	62243,57	28,89	103,41	1,66	23,98	3,85
. Materias primas (áridos-mineral en general)	490,05	0,23	0,04	0,09	0,01	0,21
. Cemento	686,48	0,32	2,08	3,03	0,48	7,03
. Ladrillos, cerámica y material refractario	734,83	0,34	0,36	0,49	0,08	1,14
. Derivados del vidrio	1181,65	0,55	1,97	1,66	0,46	3,86

Concepto	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
. Productos derivados del plástico	6431,58	2,99	23,20	3,61	5,38	8,37
. Material textil sintético semi-elaborado	294,14	0,14	0,35	1,21	0,08	2,80
. Vestuario y textil sintético confeccionado	976,57	0,45	0,78	0,80	0,18	1,86
. Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	335,80	0,16	2,31	6,88	0,54	15,97
. Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc.	6266,10	2,91	18,50	2,95	4,29	6,85
. Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	642,82	0,30	1,39	2,17	0,32	5,03
. Productos básicos del aluminio y derivados	510,95	0,24	4,17	8,16	0,97	18,93
. Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	2406,03	1,12	1,86	0,77	0,43	1,79
. Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	178,20	0,08	0,23	1,30	0,05	3,02
. Miscelánea manufacturas, mat. oficina	186,24	0,09	0,17	0,92	0,04	2,14
. Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	7286,61	3,38	11,12	1,53	2,58	3,54
. Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	846,56	0,39	0,95	1,13	0,22	2,61
. Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles terrestres y tractores (y sus partes)	25725,75	11,94	28,34	1,10	6,57	2,56
. Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	7063,21	3,28	5,57	0,79	1,29	1,83
3.2. Obras	19.370,81	8,99	26,44	1,36	5,39	2,78
. Grandes canales; presas de tierra y escollera	3.666,30	1,70	6,23	1,70	1,45	3,94
. Edificios estructura metálica o mixta con metal	5.925,11	2,75	10,09	1,70	1,60	2,69
. Instalac. eléctricas subterráneas baja tensión	9.779,40	4,54	10,12	1,03	2,35	2,40

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica

4. Servicios y contrata

Las categorías de consumo propuestas en el epígrafe correspondiente a servicios se reducen a once, tal y como se muestra en la Tabla 4. 18.

Tabla 4. 18: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Servicios y contrata”. Año 2012.

Concepto	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	109.406,16	50,79	7,66	0,07	1,71	0,16
4.1. Servicios con baja movilidad	97.340,04	45,19	2,50	0,03	0,51	0,05
. Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	17.295,84	8,03	0,72	0,04	0,17	0,10
. Servicios de oficina de alto valor	65.680,89	30,49	1,37	0,02	0,32	0,05



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Concepto	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
añadido						
. Telefonía (total fijos y móviles)	3.552,58	1,65	0,30	0,08	0,00	0,00
. Servicios médicos	31,78	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00
. Servicios interiores de limpieza, mantenimiento y similares	10.457,04	4,85	0,11	0,01	0,03	0,02
. Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	321,92	0,15	0,00	0,01	0,00	0,02
4.2. Servicios con alta movilidad	11.490,11	5,33	4,69	0,41	1,09	0,95
. Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	11.323,43	5,26	4,63	0,41	1,07	0,95
. Correo, paquetería, mensajería	166,68	0,08	0,06	0,38	0,01	0,87
4.3. Servicios de transporte de mercancías	480,00	0,22	0,45	0,94	0,11	2,19
. Furgonetas y similares	263,00	0,12	0,20	0,76	0,05	1,76
. Camiones	217,00	0,10	0,25	1,17	0,06	2,71
4.4. Uso de infraestructuras públicas	96,00	0,04	0,01	0,14	0,00	0,27
. Otros impuestos o tributos	96,00	0,04	0,01	0,14	0,00	0,27

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

5. Recursos agrícolas y pesqueros

El tercer epígrafe correspondiente a recursos agrícolas y pesqueros se ha mantenido con la misma estructura que para el año 2011, tal y como se muestra en la Tabla 4. 19:

Tabla 4. 19: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de "Recursos agrícolas y pesqueros". Año 2012.

Concepto	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC		HE	
			(tCO ₂ e)	(kgCO ₂ e/€)	(haG)	(m ² G/€)
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	997,79	0,46	0,22	0,22	0,10	1,02
5.1. Productos para consumo						
5.1.1. Vestuario y manufacturas						
. Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	225,18	0,10	0,07	0,31	0,02	0,72
5.2. Servicios de restaurante						
. Comidas de empresa	772,61	0,36	0,15	0,19	0,09	1,11

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

6. Recursos forestales

El cuarto epígrafe correspondiente a recursos forestales se amplía para el cálculo del año 2012, tal y como se indica en la Tabla 4. 20.

Tabla 4. 20: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Recursos forestales”. Año 2012.

Concepto	Consumo (€)	Reparto económico (%)	HC (tCO ₂ e)	HC (kgCO ₂ e/€)	HE (haG)	HE (m ² G/€)
6. RECURSOS FORESTALES	439,88	0,20	0,76	1,72	0,18	3,99
6.1. Materiales de flujo (mercancías)						
. Trozas de madera, puntales, pilotes, estiba, palets, traviesas, etc.	80,40	0,04	0,09	1,06	0,02	2,46
. Chapas de madera	149,33	0,07	0,19	1,26	0,04	2,92
. Artic. manufact. de madera (no muebles)	129,86	0,06	0,33	2,52	0,08	5,84
. Pasta de madera u otras fibras celulósicas	80,29	0,04	0,16	1,96	0,04	4,54

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica.

7. Residuos, vertidos y emisiones

El último epígrafe correspondiente a residuos, vertidos y emisiones mantiene el mismo formato que en el año 2011 con sus dos subepígrafes, “residuos no peligrosos” y “residuos peligrosos”. En la Tabla 4. 21 se muestran los resultados de este epígrafe.

Tabla 4. 21: Huellas de las categorías de consumo correspondientes al epígrafe de “Residuos, vertidos y emisiones”. Año 2012.

Concepto	Consumo (t)	HC (tCO ₂)	HE (haG)
7. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES		0,95	0,38
7.1. Residuos no peligrosos		0,77	0,33
. RSU y asimilables (vertedero tradicional)	1,02	0,77	0,18
. Envases ligeros (plásticos, latas, briks)	2,66	0,00	0,09
. Residuos de construcción y demolición	64,89	0,00	0,07
7.2. Residuos peligrosos		0,18	0,05
. Aceites usados	0,24	0,04	0,01
. Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	0,65	0,14	0,04
. RAEE	0,07	0,00	0,00

HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica; RSU: Residuos Sólidos Urbanos; RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Uso de suelo

Las emisiones de GEI absorbidas por las superficies que gestiona la empresa en 2012 coinciden con las de 2011. Por lo tanto, los detalles se recogen en la Tabla 4. 11 del capítulo anterior. En el año 2012 la HE del servicio (47,08 haG) resulta superior a la contrahuella ecológica derivada del uso de suelo (42,75 haG). Por lo tanto, si hubiésemos considerado los usos del suelo como huella imputada, el servicio de obra de mantenimiento y conservación no se podría ser catalogado como sostenible.



Huella de Carbono y Huella Ecológica con enfoque a Producto

Tal y como se ha explicado, dentro del anterior capítulo, en el apartado correspondiente a la HC y HE con enfoque a Producto, se han calculado también las HC y HE con enfoque a Producto del año 2012. La HC neta del servicio de obra de conservación y mantenimiento resulta ser, para el año 2012, de 7,16 tCO₂e/km y la HE neta de 1,64 haG/km.

4.3. EVOLUCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO Y DE LA HUELLA ECOLÓGICA DURANTE EL PERÍODO 2011-2012

Las Huellas de Carbono y Ecológica aumentaron en el año 2012 respecto al año base, 2011. En concreto, la Huella de Carbono aumentó un 38% y la HE un 34%. La evolución de los resultados desglosados por alcances se recoge en la Tabla 4. 22 y la Tabla 4. 23:

Tabla 4. 22: Evolución de la Huella de Carbono según los Alcances durante los años 2011 y 2012.

	Consumo (€)		HC (tCO ₂ e)		%HC		HC _{unitario} (kgCO ₂ e/€)	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
TOTAL	193.158,22	215.415,07	149,25	205,30	100,00	100,00	0,77	0,94
ALCANCE 1	12.609,12	14823,21	48,89	53,29	32,76	25,96	3,88	3,60
ALCANCE 2	7.552,77	8133,66	12,41	12,56	8,32	6,12	1,64	1,54
ALCANCE 3	172.996,33	192.458,20	87,94	139,44	58,92	67,92	0,51	0,72

HC: Huella de Carbono

Tabla 4. 23: Evolución de la Huella Ecológica según los Alcances durante los años 2011 y 2012.

	Consumo (€)		HE (haG)		%HE		HE _{unitario} (m ² G/€)	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
TOTAL	193.158,22	215.415,07	35,06	47,08	100,00	100,00	1,82	2,19
ALCANCE 1	12.609,12	14823,21	11,34	12,96	32,35	26,25	8,99	8,34
ALCANCE 2	7.552,77	8133,66	2,88	2,91	8,21	6,18	3,81	3,58
ALCANCE 3	172.996,33	192.458,20	20,84	31,81	59,45	67,56	1,20	1,65

HE: Huella Ecológica

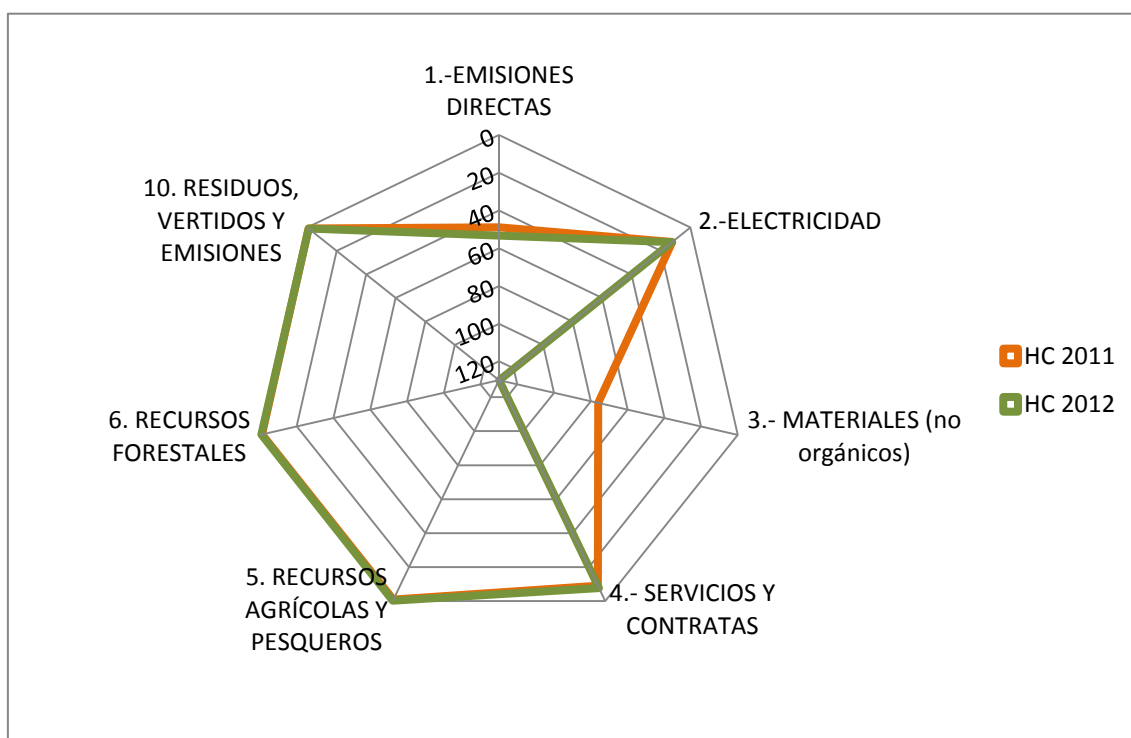
Aunque el incremento ha sido diferente para cada indicador, en cálculos generales la evolución ha sido semejante. Por tanto sólo se presentará el estudio de la evolución de uno de los dos, la de la HC, concretamente. Como se aprecia en la Tabla 4.20 y la Tabla 4.21, el aumento del consumo ha derivado en un aumento de las HC y HE. Este aumento, sin embargo, ha traído consigo una disminución de la ecoeficiencia (traducido en un aumento de la intensidad energética del total), debido al aumento de las cargas unitarias de HC y HE del Alcance 3.

En la Tabla 4. 24 se desglosa la HC por epígrafes de la herramienta MC3 y en la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** se representa dicha evolución.



Tabla 4. 24: Evolución de la Huella de Carbono por capítulos de consumo durante los años 2011 y 2012.

	HC 2011 (tCO ₂ e)	HC 2012 (tCO ₂ e)	ΔHC (tCO ₂ e)	ΔHC (%)
TOTAL	149,25	205,30	56,05	38
1.-EMISIONES DIRECTAS	48,89	53,29	4,40	9
2.-ELECTRICIDAD	12,41	12,56	0,15	1
3.- MATERIALES (no orgánicos)	75,98	129,85	53,87	71
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	9,03	7,66	-1,37	-15
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	0,90	0,22	-0,68	-76
6. RECURSOS FORESTALES	1,12	0,76	-0,36	-32
10. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES	0,91	0,95	0,04	4

Figura 4. 10: Evolución de la Huella de Carbono (tCO₂e) según los epígrafes de la herramienta MC3.

El epígrafe que más ha contribuido al aumento de la HC es, con diferencia, el de los materiales, ya que ha aumentado el resultado en 54 toneladas de CO₂e. Durante el 2012 se ha incrementado un 71% su huella. La actividad económica de este capítulo también aumentó un 48%, pasando de ser una inversión de alrededor de 55.000€ a unos 82.000€.

En general, si se atiende al consumo de materiales de flujo realizado en cada año, no se ve una clara diferencia. La mayor diferencia reside en las 15 toneladas de CO₂e correspondiente a los productos derivados del plástico (ver Figura 4. 11).

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que en el año 2012 se realizaron unas obras que se agruparon en los siguientes apartados de la herramienta MC3:

- Grandes canales; presas de tierra y escollera.
- Edificios estructura metálica o mixta con metal.
- Instalaciones eléctricas subterráneas baja tensión.

Estas tres obras supusieron un aporte de HC de 26,44 tCO₂e que, teniendo en cuenta el aporte total del servicio, es bastante considerable. Supone un 20% de los GEI emitidos por el consumo de materiales, correspondiendo con el 13% de la HC neta del año 2012.

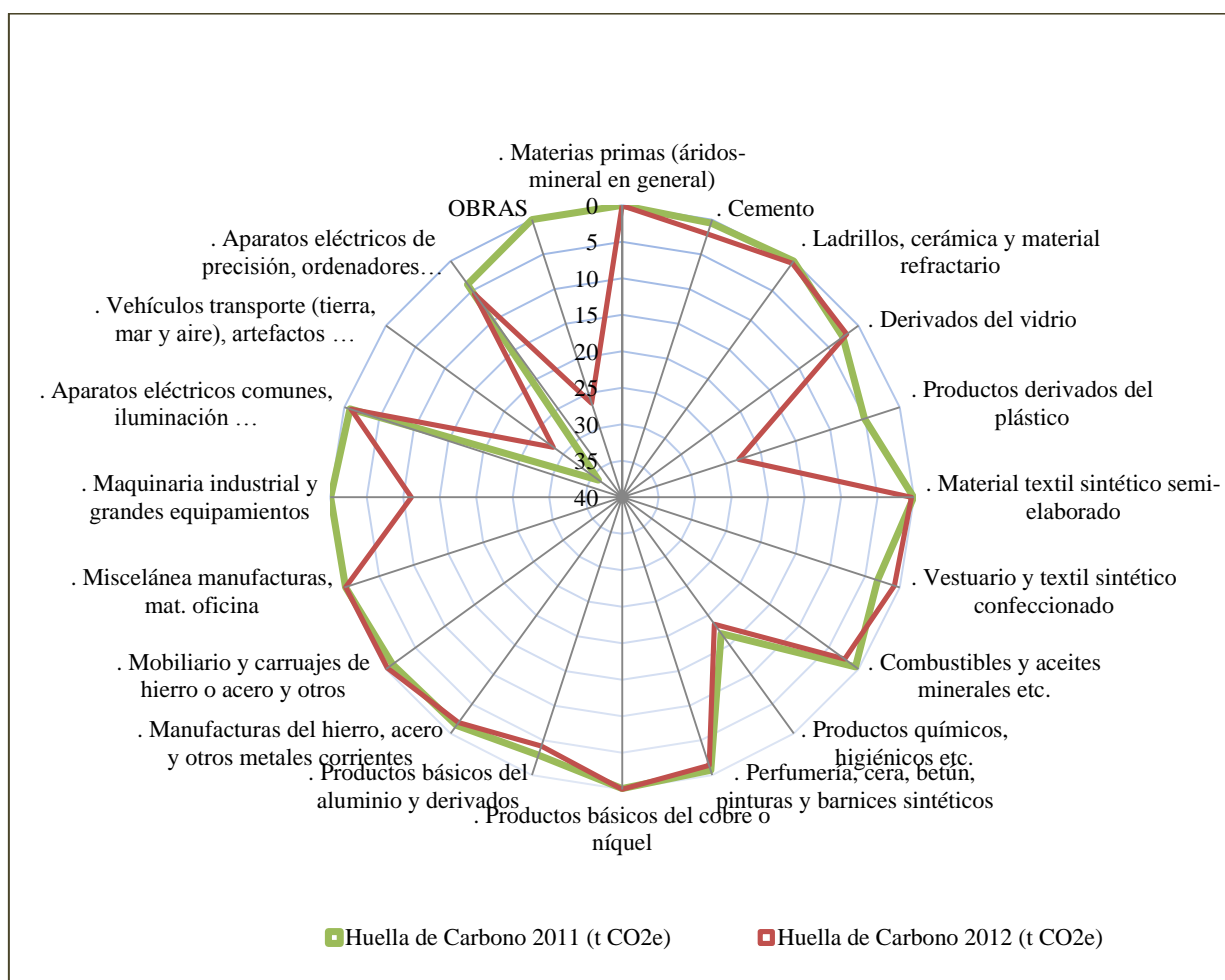


Figura 4. 11: Evolución de la Huella de Carbono de los materiales (no orgánicos) 2011-2012

Además de que la actividad económica aumentara en el período en estudio, las emisiones por unidad monetaria también lo hicieron (15,22 %), por lo que esto

también contribuyó al aumento de la HC. La carga unitaria por año del epígrafe “Materiales” se puede ver en la Figura 4. 12.

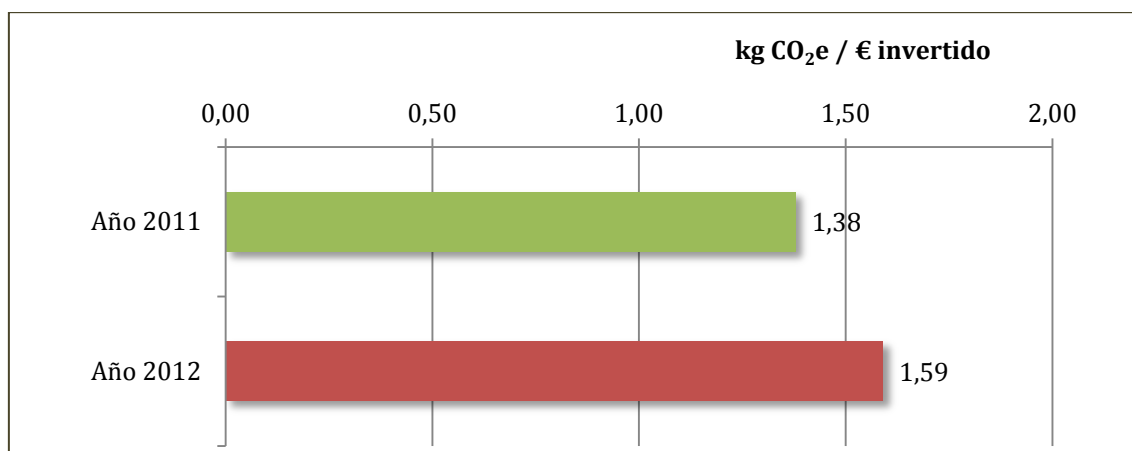


Figura 4. 12: Carga de la Huella de Carbono del epígrafe de “Materiales” de cada año en estudio.

En definitiva, se puede concluir que el patrón de consumos en el año 2012 ha sido más ineficiente comparándolo con el año 2011, ya que la intensidad de HC del epígrafe de “Materiales” ha sido mayor. Este aumento tiene su origen en un mayor consumo de materiales de intensidad energética más elevada. A continuación se analiza el capítulo de materiales para ver cuál ha sido la categoría que más ha motivado el aumento de la carga de HC monetaria.

En la Tabla 4. 25 se recoge el incremento de consumos y carga de HC que ha tenido este epígrafe, según los dos apartados en los que se divide. Como se aprecia, la ineficiencia en el patrón de consumos no ha sido por la ejecución de obras -cuya intensidad de HC (1,36 kgCO₂e/€) ha sido menor que la de los materiales en el año 2011 (1,38 kgCO₂e/€)- sino por el patrón de consumos de los “Materiales de flujo (mercancías)”.

Tabla 4. 25: Evolución del epígrafe de “Materiales”.

	Incremento Consumo (€)	HC _{unitario} (kgCO ₂ e/€)	
		Año 2011	Año 2012
3.- MATERIALES (no orgánicos)	26.537,60	1,38	1,59
3.1. Materiales de flujo (mercancías)	7.166,79	1,38	1,66
3.2. Obras	19.370,81	-	1,36

HC: Huella de Carbono

Para hallar qué categorías de consumos han contribuido más al aumento de la carga unitaria del epígrafe, primero se ha calculado cual sería el consumo de cada categoría si el patrón de consumos fuera el del año 2011. La diferencia con el

consumo real que ha habido en el año 2012 dará una idea de qué categorías son los que más se han alejado del patrón de consumos del año 2011. En la Tabla 4. 26 se recogen estos datos, donde se han añadido las cargas de HC de cada categoría de consumos, marcando con un * aquellos que son mayores que la carga de HC de “Materiales de flujo (mercancías)” del año 2011. Por último se ha añadido una columna donde se expresa la contribución en kgCO₂e que ha tenido ese cambio en el patrón.

Tabla 4. 26: Evolución en el consumo del epígrafe “Materiales de flujo (mercancías)” y estimación de la emisión de Gases de Efecto Invernadero por el cambio de patrón en el consumo.

Concepto	Consumo 2011(€)	Consumo 2012(€)	Consumo hipotético**	Consumo hipotético-Consumo 2012 (€)	Carga (kgCO ₂ e/€)	Contribución emisiones cambio en patrón consumo (kgCO ₂ e)
3.1. Materiales de flujo (mercancías)	55076,78	62243,57	62243,57	0,00		18.890,33
. Materias primas (áridos-mineral en general)	10,92	490,05	12,34	477,71	0,08	39,33
. Cemento	167,02	686,48	188,75	497,73	*2,78	1.383,68
. Ladrillos, cerámica y material refractario	2,46	734,83	2,78	732,05	0,45	329,61
. Derivados del vidrio	1571,68	1181,65	1776,19	-594,54	*1,53	-907,23
. Productos derivados del plástico	1410,13	6431,58	1593,62	4.837,96	*3,31	16.007,88
. Material textil sintético semi-elaborado	55,41	294,14	62,62	231,52	1,11	255,91
. Vestuario y textil sintético confeccionado	4012,81	976,57	4534,97	-3.558,40	0,73	-2.611,19
. Combustibles y aceites minerales etc.	69,98	335,80	79,09	256,71	*17,26	4.431,92
. Productos químicos, higiénicos etc.	5729,57	6266,10	6475,12	-209,02	*2,71	-566,06
. Perfumería, cera, betún, pinturas y barnices sintéticos	318,95	642,82	360,45	282,37	*1,99	561,38
. Productos básicos del cobre o níquel	145,93	0,00	164,92	-164,92	0,70	-115,44
. Productos básicos del aluminio y derivados	351,58	510,95	397,33	113,62	*7,48	850,38
. Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes	1790,28	2406,03	2023,24	382,79	0,71	271,70
. Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros	844,27	178,20	954,13	-775,93	1,19	-925,72
. Miscelánea manufacturas, mat. oficina	167,31	186,24	189,08	-2,84	0,84	-2,40
. Maquinaria industrial y grandes equipamientos	42,30	7286,61	47,80	7.238,80	*1,40	10.134,49
. Aparatos eléctricos comunes, iluminación ...	705,50	846,56	797,30	49,26	1,03	50,92
. Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos ...	32666,78	25725,75	36917,50	-11.191,75	1,01	-11.308,59
. Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores...	5013,90	7063,21	5666,32	1.396,89	0,72	1.009,77

* Cargas unitarias que son mayores que la carga unitaria del epígrafe “Materiales de flujo (mercancías)” del año 2011.

** Consumo hipotético: El consumo que habría en el año 2012 si el patrón de consumos fuera el del año 2011, manteniendo el consumo real total que hubo.

De la Tabla 4. 26 se desprende que la categoría de consumo que más ha contribuido en la ineficiencia es la de “Productos derivados del plástico”, seguido de



“Maquinaria industrial y grandes equipamientos” y de “Combustibles y aceites minerales etc”. Además, hay que tener en cuenta la disminución que ha habido en el consumo de “Vehículos transporte”, cuya carga unitaria es más baja que la del epígrafe de “Materiales” del año 2011.

Por último, se quiere analizar cuál ha sido el motivo de que el servicio en el año 2012 se catalogue como no sostenible, en el caso de que se incluyera en la HE del servicio la contrahuella de las superficies sobre las que la empresa ofrece el servicio. Si se hubiera mantenido el mismo patrón de consumo que en el año 2011 ($1,82 \text{ m}^2\text{G}/\text{€}$), se habría tenido una HE de 39,09 haG (frente a la real 47,08 haG). Esta HE sería menor que la contrahuella derivada del uso de suelo (42,75 haG), por lo que se concluye que si el patrón de consumo fuera el mismo, el servicio se podría haber catalogado como sostenible, en el caso de que en el estudio de HE se hubiera tenido en cuenta la contrahuella que supone la superficie sobre la que la empresa ofrece el servicio.

4.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La incertidumbre se define como la falta de conocimiento seguro y claro de algo (RAE, 2013). La incertidumbre estimada de las emisiones y remociones de GEI es una combinación de las incertidumbres de los datos de la actividad y los factores de emisión y absorción seleccionados. Los factores de emisión y absorción han sido seleccionados de fuentes oficiales. Por lo tanto, se puede suponer que la incertidumbre de los factores de emisión es baja o nula, como se comprobará más adelante. Los datos de actividad de consumos han sido facilitados de forma directa por las personas responsables de su gestión. Basándonos en el método de referencia que se establece en la *"Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement"* (1995) y en el documento *"Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero"* (IPCC, 2000), para evaluar la incertidumbre, se considera que el origen de los datos de la actividad garantiza una certeza suficientemente para las distintas fuentes de emisión de GEI. Siguiendo lo establecido en estos documentos, a continuación, se muestran los resultados obtenidos sobre la incertidumbre del inventario (Ver Anexo III):

- La incertidumbre del inventario de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid para el año base se ha estimado en un valor de 3,54%.
- La incertidumbre del inventario de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid para el año 2012 se ha estimado en un valor de 3,09%.
- La estimación de la incertidumbre total en la tendencia, calculada a partir de las entradas precedentes usando la ecuación de propagación de errores es de 5,65%.



5. PROPUESTA DE ACCIONES

Tal y como se reconoce en el artículo 90 de la Ley de Economía Sostenible (Ley 2/2011, de 4 de marzo), la HC puede ser compensada (1) reduciendo las emisiones de GEI generadas o (2) aumentando las absorciones. En los siguientes apartados se proponen una serie de medidas para alcanzar dichos objetivos. Se entiende que una reducción en la HC traerá consigo una reducción en la HE, por lo que en este apartado, cuando se hable de la HC, se referirá también a la HE.

Hay que tener en cuenta la naturaleza especial del servicio Obra de Conservación y Mantenimiento del río Manzanares ofrecida al Ayuntamiento de Madrid por la empresa adjudicataria. Tal y como se ha explicado en los límites del estudio de las huellas, en el cálculo no se han incluido las huellas derivadas de los usos del suelo ni los consumos de energía provenientes de las instalaciones de ERAR Viveros de la Villa y ERARLa China. Por lo tanto, se entiende que hay algunas propuestas con las que la empresa puede contribuir a la reducción de los GEI sin que ello implique una reducción de su HC corporativa. Dichas propuestas también se incluyen en este apartado.

5.1. REDUCCIÓN

La aplicación de las medidas propuestas a continuación permitirá, no sólo reducir las emisiones de GEI, sino también reducir los costes asociados al consumo de energía, materiales y servicios utilizados. El conocimiento de las emisiones de GEI generadas permite a las organizaciones conocer las principales actividades y áreas se puede trabajar para conseguir reducirlas. De esta forma, las organizaciones pueden establecer objetivos cuantitativos de reducción de emisiones de GEI con un horizonte temporal a corto, medio o largo plazo. A través de estos objetivos se permite incluir la mejora ambiental en el proceso de toma de decisiones.

La reducción de las emisiones que se generan en el servicio se basa en la aplicación de prácticas y medidas que se van a describir a continuación. Para ello es imprescindible que todas las personas relacionadas con el servicio colaboren en su aplicación. Por lo tanto, es necesario informar y formar a las personas, con el objetivo de generar conciencia de la importancia de aplicar estas actuaciones para reducir las emisiones de GEI. Para ello es importante que los directivos estén concienciados en este ámbito, con la idea de transmitir esta filosofía al resto de operarios.

La herramienta MC3 propone unas recomendaciones para la planificación y reducción de emisiones que consisten en (1) establecer una *Política de Cambio Climático* -basada en medición y reporte de emisiones, planificación estratégica y proyectos de reducción de emisiones- (2) elaborar una *Planificación Estratégica*. (3) establecer proyectos de reducción

Dentro de las recomendaciones del MC3, se propone un *Plan de Ecoeficiencia en 10 Pasos* el cual se ha seguido para desarrollar posibles proyectos de de reducción de GEI . Los detalles del *Plan de Ecoeficiencia* se recogen en la hoja "eco10" del libro de Excel, Anexo IV del CD.

5.1.1. Reducción de la Huella de Carbono corporativa

La HC correspondiente a los alcances 1 y 2 es mucho menor que la correspondiente al alcance 3, lo que significa que las principales medidas a diseñar para reducir la huella deben centrarse en este alcance, poniendo especial atención en el patrón de consumos e inversiones económicas como eje principal en torno al que giren estas medidas.

1. Medidas respecto a la reducción del Alcance 1. Ecoeficiencia de los combustibles y otras emisiones directas

Toda la quema de combustibles fósiles del servicio corresponde al consumo de gasóleo que se realiza debido al desplazamiento de los operarios. Por lo tanto, la principal propuesta en este apartado debe ir dirigida a un ahorro del combustible en el desplazamiento. Para su reducción se recomienda:

- Optimizar rutas: Planificar las rutas, buscando caminos más cortos, con menos tráfico y más seguros que permitan consumir menos combustible.
- Revisiones del vehículo: Cambio de filtros y cambio de aceite cuando sea necesario según lo establecido por el fabricante y comprobación del estado y de la presión de los neumáticos al menos una vez al mes.
- Usar dispositivos de ahorro de combustibles: como cuentarrevoluciones, ordenador de a bordo, indicadores de cambio de marcha y limitadores de velocidad.
- Conducción eficiente: Arrancar sin pisar el acelerador, usar sólo la primera marcha para el arrancado, moderar la velocidad, cambiar de marcha lo antes posible, mantener una velocidad constante, detener el vehículo en marchas largas y usar el motor como freno entre otras acciones.
- Sustitución de vehículo: En caso de ser necesario sustituir el vehículo, elegir vehículos eficientes en consumo de energía que ahorre combustible y emita



menos gases a la atmósfera. Además optar por uno con una dimensión adecuada a las necesidades a las que se le va a dar uso.

- Reducción de los viajes sustituyendo los encuentros por otras vías telemáticas como Skype o Microsoft Office Live Meeting. Parte del gasóleo se consume en los viajes que tiene que hacer el técnico que trabaja en ERAR Viveros de la Villa en acudir a la reunión que tiene con frecuencia con su superior en las oficinas centrales de Madrid. Estos viajes se podrían evitar haciendo reuniones telemáticas.

Otra propuesta a estudiar sería la implantación de coches que funcionan con biocombustible. Aunque la quema de los biocombustibles emite igualmente GEI, en el proceso de obtención hay una captación de CO₂ atmosférico, por lo que se imputaría una compensación a las emisiones.

El fomento de biocombustibles en proveedores es otra medida propuesta en el Plan de Ecoeficiencia. Esta propuesta tiene especial interés en el servicio objeto de estudio debido a que el Alcance 3 es el alcance más alto.

2. Medidas respecto a la reducción del Alcance 2. Ecoeficiencia de la electricidad.

En este Alcance se recogen las emisiones derivadas del consumo de electricidad realizada por las nueve presas localizadas a lo largo del río, además del consumo generado en las estaciones de calidad y puntos de control de Arroyo Pozuelo y Paseo Fluvial.

Como se ha comentado en el epígrafe de electricidad del apartado anterior, el causante del alto consumo de energía es el caso tramo semiembalsado que se debe mantener en el río. Gracias a ello, se puede aplicar un caudal constante en el río, de entre 1-1,5 m³. Antes de aplicar alguna medida de reducción respecto a la gestión de las presas, habría que estudiar cuales son los impactos ambientales que pudiera tener el río en caso de mantenerlo en caso tramo desembalsado o embalsado. Por lo tanto, no se van a proponer medidas reductoras en este aspecto, dejando la decisión en manos de técnicos y biólogos adecuados.

Una opción viable a barajar sería desplazar el suministro energético desde combustibles fósiles hacia alternativas con bajas emisiones de carbono (McKinsey et al., 2009). Hay compañías que ofrecen energía producida a partir de elevados porcentajes de fuentes renovables, en España principalmente la eólica, que implica

una gran reducción de la HC de la empresa que consuma esta energía. Esta compra de “energía verde” reduciría, por tanto, considerablemente la HC del servicio, que supuso un 8% en el año 2011 y un 5% en el año 2012. El coste de esta medida debe ser valorado, la tarifa de energía verde es todavía bastante mayor que la de la convencional.

3. Medidas respecto a la reducción del Alcance 3

Tal y como se ha mencionado anteriormente, éste es el Alcance con más HC y donde mayor propuestas de reducción se pueden hacer. Este apartado se subdivide en los diferentes epígrafes que cuenta la herramienta MC3:

a. Ecoeficiencia de los materiales y obras

El capítulo de consumo de Materiales y Obras ha supuesto en ambos años más de la mitad de la HC. Las políticas de reducción, por tanto, deben ir enfocadas a reducir considerablemente este apartado.

Las obras, en concreto, suponen una gran contribución a la HC, al tratarse de inversiones bastante altas en comparación con el gasto global de los materiales. Una medida podría estar encaminada a realizar pliegos de contratación, exigiendo una serie de medidas que hagan menos contaminante la ejecución de obra.

En cuanto a los materiales, una medida para reducir la HC derivada del consumo de éstos podría consistir en incluir como criterio de selección de bienes etiquetas ecológicas o la HC del producto. En todo caso, habría que intentar reducir el uso de materiales de elevada intensidad energética.

b. Ecoeficiencia de los servicios-contratas y de la movilidad

Una forma de aumentar la ecoeficiencia de este capítulo de consumo es elegir contratas certificadas en HC. De esta manera, se puede ensamblar (sumar de manera directa) la huella de su servicio en lugar de imputar el resultados de su cálculo de acuerdo al MC3. Aunque la empresa objeto de estudio no es responsable directo de las emisiones de una empresa subcontratada, lo es de forma indirecta al tener poder de decisión. Es decir, en sus manos está contratar un servicio más o menos sostenible, y esto alterará la HC corporativa.

Otra medida que cada vez más y más empresas están implantando en sus políticas medioambientales es la de proporcionar transporte para los empleados. Aunque el transporte de los empleados a sus puestos de trabajo no ha sido contabilizado en el presente estudio, la implantación de un servicio de autobuses reduciría de manera considerable el consumo de combustible. Para desarrollo de la presente propuesta



habría que estudiar el modo de desplazamiento de los operarios, la distancia de desplazamiento y con cuánta gente comparte el viaje. De este estudio se podrían plantear soluciones para reducir las emisiones de GEI, como puede ser la creación de un servicio de autobuses junto con el resto de operarios que trabajan en ERAR Viveros de la Villa.

c. Ecoeficiencia de los recursos agropecuarios y pesqueros

Este epígrafe no supone mucha contribución a la HC. Sin embargo, se dará alguna medida para aumentar la ecoeficiencia. El capítulo de consumo que más contribuye a la HC es la correspondiente a comidas de empresa. El consumo de productos ecológicos o restaurantes cuyos proveedores sean próximos al emplazamiento derivará en una disminución de la huella.

d. Ecoeficiencia de los recursos forestales

En este epígrafe se proponen dos ámbitos de medidas. El primero corresponde a las medidas que intervienen en el consumo de papel.

- Uso racional del papel: Usarlo a doble cara para imprimir o escribir, imprimir dos páginas por hoja y aprovechar los papeles impresos a una cara para notas u otras impresiones.
- Uso de papel reciclado: Este tipo de papel requiere tres veces menos energía que el papel de fibra virgen para su fabricación.
- Instalación de contenedores para el reciclaje y separación entre papel usado por las dos caras o papel usado sólo por una cara, que podrá ser reutilizado.
- Reducir impresiones: Reducir siempre que sea posible las impresiones y el consumo de papel usando otros medios como email o intranet entre otros.
- Archivo de documentación: Archivar documentación en formatos digitales (CD, DVD o Pendrive) en vez de archivarlos en papel.

La segunda propuesta es la elaboración de un inventario específico de contenido en carbono en los productos forestales. Dado el tiempo de permanencia del carbono en la madera se produce una absorción neta del carbono atmosférico. Esta remoción no ha sido considerada por estar fuera del alcance descrito en las normas y especificaciones ISO en las que se basa el presente proyecto. Sin embargo, su cálculo supone un alto valor añadido a ser considerado para el desarrollo de acciones de reducción de la HC.

e. Ecoeficiencia de los residuos, vertidos y emisiones

La reducción de las emisiones generadas por los residuos pasa principalmente por tres aspectos, llamados como las “tres erres”: reducción de los consumos innecesarios, reutilización y reciclaje. La implantación de estas medidas hará que la HC baje considerablemente. Además, se podrían exigir también las “tres erres” a los proveedores, quienes muchas veces utilizan demasiados envases y embalajes para la entrega de sus productos. Al realizar compras de materias primas y productos, es mejor que éstos vengan en envases de mayor tamaño y con el menor embalaje posible.

En el caso de los residuos químicos, es mejor evitar disolventes orgánicos en las pinturas, pegamentos y adhesivos, siendo mejores los de base acuosa.

Por último, la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 14001. Ésta ofrece la posibilidad de sistematizar, de manera sencilla, los aspectos ambientales que se generan en cada una de las actividades que se desarrollan en la organización, además de promover la protección ambiental y la prevención de la contaminación desde un punto de vista de equilibrio con los aspectos socioeconómicos.

La organización se posicionará como socialmente responsable, diferenciándose de la competencia y reforzando, de manera positiva, su imagen ante clientes y consumidores.

Entre otras ventajas ambientales, optimizará la gestión de recursos y residuos, reducirá los impactos ambientales negativos derivados de su actividad o aquellos riesgos asociados a situaciones accidentales.

Económicamente, además de potenciar la innovación y la productividad, la organización tendrá la posibilidad de reducir costes de la gestión de residuos o primas de seguros, eliminar barreras a la exportación, reducir el riesgo de litigios y sanciones, tener mayor acceso a subvenciones y otras líneas de financiación preferentes o disminuir los riesgos laborales motivando al personal.



5.2. COMPENSACIÓN

La compensación se podría realizar, tal y como propone la herramienta del MC3, con una mejora de la ecoeficiencia del uso del suelo. Este servicio, sin embargo, no tiene ningún uso del suelo atribuido a la empresa, por lo que la HC del servicio no podría ser compensada por sí mismo. Podría, sin embargo, adherirse al Sistema de Compromisos Voluntarios español mediante la promoción de un proyecto de compensación de emisiones o promocionar un proyecto de sumidero de carbono por reforestación en España.

La HC del río, sin embargo, sí que tiene usos del suelo atribuidos. Como se ha comentado con anterioridad, la superficie que ocupan el río, zonas de servidumbre e instalaciones pertenecen al Ayuntamiento de Madrid, y en dichos sitios sí que se podría plantear aumentar la ecoeficiencia del uso del suelo. En concreto en las zonas de servidumbre debería estudiarse la eficacia en la ordenación de los márgenes del río, plantando en la medida de lo posible y de una forma ordenada y estructurada, especies arbóreas que ayudaran a la captación de CO₂ atmosférico.

5.3. COMUNICACIÓN

Una vez realizado el cálculo de la HC es muy importante la correcta comunicación con los grupos de interés. Junto con la cantidad de emisiones de GEI es imprescindible comunicar los límites establecidos, en aras de evitar confusiones o comparaciones con otros estudios y establece conclusiones erróneas. Ejemplo de ello es las duras críticas que recibió el Museo Thyssen-Bornemisza cuando calculó la HC de una exposición pictórica. Se concluyó que la planificación, desarrollo y ejecución de la exposición de Hopper en el Museo Thyssen equivaldrían a lo que generarían cinco conciertos del grupo U2 o tres partidos de fútbol como los del Mundial de Sudáfrica (Europa Press, 2012). Lo único que se consigue con estas sentencias es que la organización, supuestamente concienciada por la sostenibilidad, salga perjudicada. Es, por tanto, muy importante la forma en que la organización proporciona a los grupos de interés los resultados del estudio de HC.

A continuación se presentan algunas oportunidades de comunicación:

- Ofrecer información online en la web de la empresa responsable del servicio. Se debería realizar un Informe de GEI que bien podría estar disponible en la web dentro del apartado de sostenibilidad para los diferentes grupos de interés.
- Redactar un artículo “Huella de Carbono”. Este artículo de divulgación será publicada en la revista considerada por la empresa, exponiendo de forma sintética y en un lenguaje accesible los principales conceptos necesarios para comprender la “Huella de Carbono”, haciendo énfasis al sector de los servicios públicos medioambientales.
- Redactar así mismo un artículo científico, que sea publicado en una revista internacional de alto índice de impacto.
- Taller de divulgación interna de resultados. Tal y como se ha comentado en el apartado de propuestas de reducción de la HC, para llevar a cabo una buena política de reducción de emisiones GEI y transmitir a todos la importancia de la Responsabilidad Social Corporativa, es imprescindible concienciar de todos los trabajadores buscando una cada vez mayor implicación de todos.
- Alta en Registros nacionales:
 - o Carbonpedia (ECODES, 2013)
 - o Futuro Registro en la Oficina Española de Cambio Climático (Magro, 2013)
- Alta en Registros internacionales:
 - o “*Global Reporting Initiative*” (GRI, 2013)



- "Carbon Disclosure Project" (CDP, 2013)

5.4. HERRAMIENTAS DE SÍNTESIS

5.4.1. Mapa de oportunidades

En la Figura 5.1 se recoge un mapa de oportunidades.

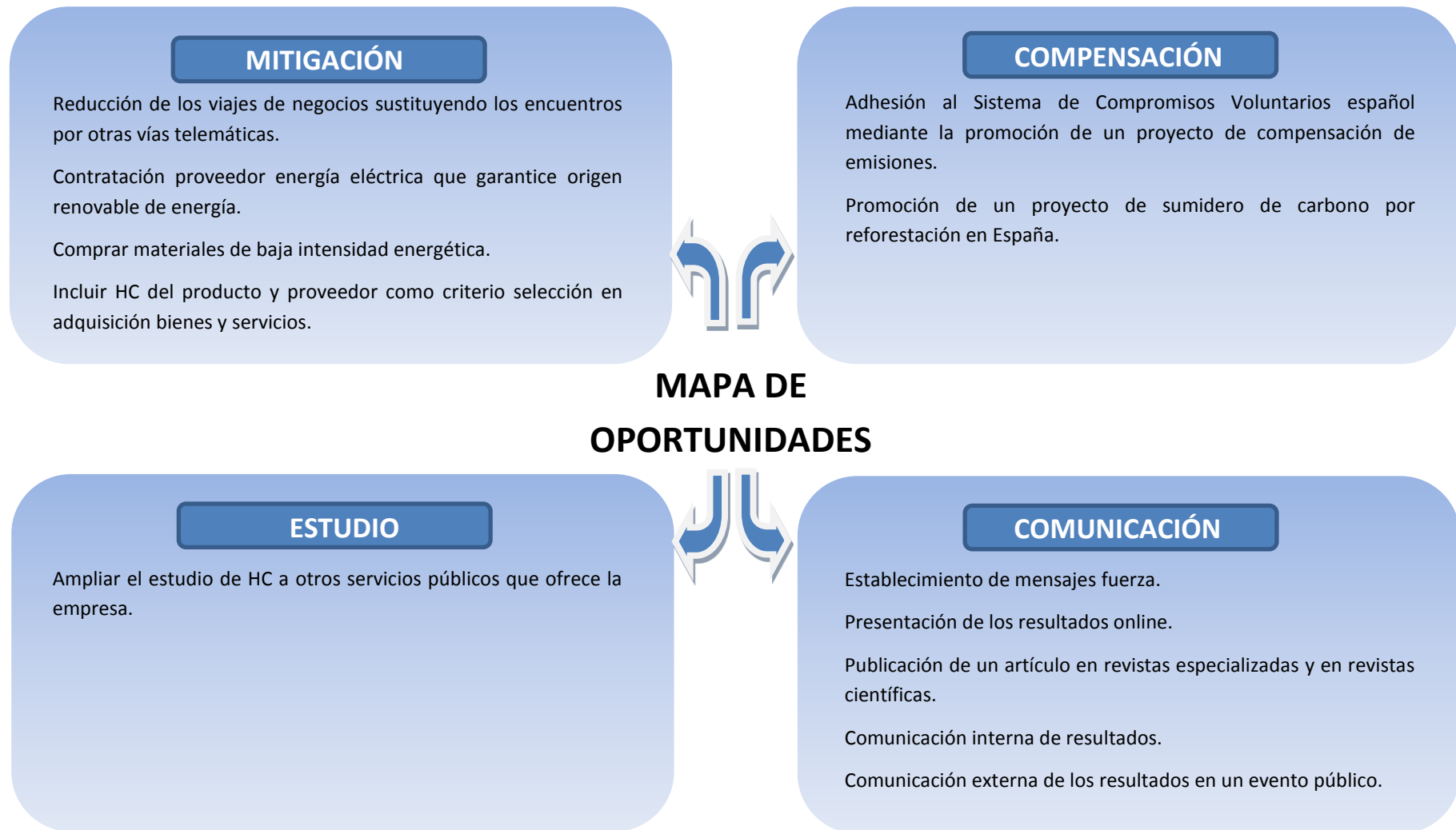


Figura 5. 1: Mapa de oportunidades.



6. CONCLUSIONES

La situación económica y ambiental actual exige a las empresas fórmulas y herramientas de gestión que ayuden a alcanzar el objetivo de ser más sostenibles. En este contexto, los indicadores de desarrollo sostenible Huella de Carbono y Huella Ecológica son protagonistas. Ofrecen información para alcanzar el objetivo mencionado de forma práctica y sencilla. Las actividades asociadas a los servicios de conservación y mantenimiento demandan gran cantidad de materiales y de energía. En este campo la HC y HE apenas han tenido recorrido.

El Proyecto Fin de Carrera calcula la HC y HE de todas las actividades para la conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el Término Municipal de Madrid. El cálculo se realiza en dos años 2011 y 2012, y permite evaluar su evolución y establecer propuestas de acción con valor para la empresa. No existen antecedentes sobre la aplicación de los indicadores de sostenibilidad a las obras de restauración de ribera. Siguiendo esta línea de trabajo el PFC, que permite extraer las siguientes conclusiones:

1. Se ha utilizado la metodología Método Compuesto de las Cuentas Contables, que surge como una alternativa para garantizar el éxito en la determinación de la HC y HE. Esta metodología aplicada en las empresas de servicios de obras y mantenimiento garantizan resultados accesibles, transparentes y comparables. La profunda capacidad de análisis permite abarcar en detalle el cálculo del Alcance 3 de forma sencilla y directa. Además, ofrece una perspectiva económica de los problemas ambientales, lo que permite aunar en un resultado único la sostenibilidad tanto económica como ambiental.
2. El cálculo de HC y HE de la obra de conservación y mantenimiento del río Manzanares a su paso por el T.M. de Madrid estima las emisiones de GEI producidas y la superficie biológicamente productiva necesaria por el servicio en su conjunto y por unidades funcionales para el año de estudio 2011 y 2012. Estos resultados conducen a propuestas de acciones de reducción, compensación y comunicación de interés para la empresa. La aplicación de las propuestas mejorarán los estudios de sostenibilidad futuros y el posicionamiento ambiental de la empresa. Sin duda una ventaja competitiva.

3. Además, los resultados obtenidos presentan datos de gran interés para el sector de los servicios de mantenimiento en general, y para el servicio de restauración de riberas en particular.
4. La HC y HE han aumentado el 38% y 34% respectivamente del año 2011 al 2012. Esto es debido principalmente a que ha habido un aumento del 12% en la inversión asociada al servicio. Sin embargo, si se hubiera mantenido la misma estrategia de gestión que en el año 2011, el aumento de la HC y HE habría sido únicamente del 12%. El incremento de consumo de materiales con alta intensidad de HC y HE ha sido el causante de la disminución en la ecoeficiencia, Ejemplo de estos materiales son "Productos derivados del plástico", "Maquinaria industrial y grandes equipamientos" y "Combustibles y aceites minerales etc". En cualquier política de reducción, por tanto, el objetivo principal debe ir orientado en un aumento de la ecoeficiencia, ya que si solo se fija en el dato general de la HC o HE se pueden obtener conclusiones erróneas.
5. La falta de conocimiento seguro y claro, o incertidumbre, en el cálculo de HC y HE del servicio objeto de estudio para el año base 2011 se ha estimado en 3,54% y para el año 2012 en 3,09%, con una incertidumbre total en la tendencia de 5,65%. Estos valores deberán considerarse como referentes para la elaboración de posteriores estudios intentando reducir la incertidumbre en la tendencia.
6. El servicio Obra de Conservación y Mantenimiento del río Manzanares realizado en el año 2011 se podría catalogar como sostenible. Esta consideración se realiza imputando la contrahuella que supone la superficie sobre la que se ejecuta el servicio. Sin embargo, para el año 2012 la HE es superior a la contrahuella de la superficie sobre la que se ejecuta el servicio.
7. Los cambios realizados el año 2012 en la gestión del servicio ha derivado en un aumento excesivo de la HE. Aunque la inversión económica haya sido mayor, si se hubiera mantenido el mismo patrón de consumo que en el año 2011, el servicio habría podido ser catalogado como sostenible.
8. Resulta indispensable profundizar en el cálculo del denominado Alcance 3, ya que supone el aporte más importante a las Huellas del servicio de conservación y mantenimiento (una media de 63,42% de la HC total de los dos años). Gracias al potencial de la metodología empleada y al trabajo de recopilación de información realizado se ha podido determinar con precisión



el conjunto de emisiones englobadas en dicho Alcance 3. La utilización de la metodología MC3 permitió profundizar en este alcance para hacer un análisis detallado del origen y causas de estas emisiones.

Como conclusión final se desea incidir en lo siguiente: El proyecto pone de manifiesto la sencillez con la que indicadores de sostenibilidad como la HC y HE pueden ser considerados en la toma de decisiones. Este PFC puede ser utilizado como modelo piloto para demostrar la viabilidad de la integración de los indicadores HC y HE en la toma de decisiones. Un medio para encaminarnos hacia la meta del desarrollo sostenible.



7. BIBLIOGRAFÍA

AECLIM. (2011). *El impacto del cambio climático ya se percibe en los ríos españoles*. Asociación Española de Climatología [En línea]: http://www.aeclim.org/index.php?option=com_content&view=article&id=277%3Ael-impacto-del-cambio-climatico-ya-se-percibe-en-los-rios-espanoles&catid=27%3Anoticias&Itemid=48&lang=es [Consulta: junio 2013]:

AENOR. (2013). *Curso Cálculo y Gestión de la Huella de Carbono*. AENOR Formación. ETSI Montes.

AGUILÓ, M. (1984). *El agua en Madrid*. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Comunidad de Madrid

ÁLVAREZ GALLEGO, S. (2009). *Optimización de la planificación forestal considerando la captura de carbono en bosque de pino-encino de la Sierra de Juárez, Oaxaca, México*. ETSI Montes.

ÁLVAREZ GALLEGO, S. (2012). *Análisis DAFO*, Seminario 2013 del Grupo de Investigación Ecología y Paisaje de la Universidad Politécnica de Madrid, ETSI Montes.

ANAND, S; SEN, A. (1994). *Development: Concepts and Priorities*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

ANDERSON, G. S.; DANIELSON, B. J. (1997). *The effects of landscape composition and physiognomy on metapopulation size: the role of corridors*. *Landscape Ecol* 12: 261–271.

BANCO MUNCIAL. (2013) *Indicadores Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita)*. [en línea]: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC/countries?display=map> [Consulta: abril 2013]:

BARNOLA, J.M.; RAYNAUD, D.; KOROTKEVICH, Y.S.; LORIU, C. (1987). *Vostok ice core provides 160,000-year record of atmospheric CO2*. *Nature* 329; 408-414.

BERMEJO, R. (2001). *Economía sostenible, principios conceptos e instrumentos*. Bakeaz, País Vasco.

BLANQUER RODRÍGUEZ, M. (2012). *Aproximación metodológica al cálculo de Huella de Carbono y Huella Ecológica en centros universitarios: el caso de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Madrid*. E.T.S.I. de Montes.

BOLWIG, S.; GIBBON, P. (2009). *The Economics of Smallholder Organic Contract Farming in Tropical Africa*. World Development.

BOON, P.J. (1992). *Essential Elements in the Case for River Conservation*, en *River Conservation and Management*. P.J. Boon, P. Calow y G.E. Petts (eds.), pp. 11-34. John Wilen & sons, Chichester.

BRINSON, M. (1993) *Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients*. Wetlands 13:65-74

BUREL, F.; BAUDRY, J. (1995). *Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case study in the Pays d'Auge, France*. Agriculture Ecosystems and Environment 55: 193-200.

CADARSO, F. Y HERNÁNDEZ, F. (1995). *Plan de saneamiento y depuración de aguas residuales de la Comunidad de Madrid (1995-2005)*. Agencia de Medio Ambiente. Madrid.

CAGIAO J., MARTÍNEZ X.L., SOTO M., GIZ J., SAHUQUILLO E. (2011). *Proyecto SOSTUAGA: el uso sostenible del agua y su relación con el territorio el Campus de Elviña y de la Zapateira de la Universidad de A Coruña-UDC (España)*. En Congreso de Urbanismo y Ordenación del Territorio: Un nuevo modelo para una nueva época [Recurso electrónico], Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, pág. 64.

CAMARAS (2012). *Base de datos de comercio exterior*. [en línea]: <http://aduanas.camaras linea.org>.

CANAL DE ISABEL II. (1993). *Cartografía de la infraestructura hidráulica de la Comunidad de Madrid*. Comunidad de Madrid. Madrid.

CARBALLO, A.(2010). *Ecoetiquetado de bienes y servicios para un desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones, noviembre 2010.

CARBALLO, A.; DOMÉNECH, J.L. (2010). *Managing the carbon footprint of products: the contribution of the method composed of financial statements (MC3)*. International Journal of Life Cycle Assessment, noviembre 2010.



CARBALLO, A.; DOMÉNECH, J.L.; GARCÍA-NEGRO, M.C.; VILLASANTE, C.S.; RODRÍGUEZ, G; GONZÁLEZ-AREMALES, M. (2008a). *Análisis comparativo de la huella ecológica de dos empresas del sector pesquero gallego*. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social. Revista académica, editada y mantenida por el Grupo EUMED.NET de la Universidad de Málaga. Año 1, Nº 4.

CARBALLO, A.; GARCÍA-NEGRO, M.C.; DOMÉNECH QUESADA, J.L.; VILLASANTE, C.S.; RODRÍGUEZ, G.; GONZÁLEZ-ARENALES, M. (2008b), *La huella ecológica corporativa: conceptos y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia*. Revista Gallega de Economía, diciembre, año/vol. 17, Nº 002, Universidad Santiago de Compostela.

CARBALLO, A; GARCÍA-NEGRO; M; DOMÉNECH, J.L. (2009). *A methodological proposal for the corporate carbon footprint: an application to a wine producer company in Galicia (Spain)*. Sustainability Journal, 1, 302-318.

CARBON TRUST (2007). *Carbon footprint measuring methodology 1.3*, October 2008. [en línea]: <http://www.carbontrust.co.uk>

CARBON TRUST (2007). *PAS 2050:2008. Specification for the assesment of the life cycle greenhouse gas emissions of good and services*. British Standards Institution. Reino Unido.

CARBONFEEL. (2013). *La Huella de Carbono accesible, transparente y comparable*. [en línea]: http://www.carbonfeel.org/Carbonfeel_2/Inicio_files/Principios%20CarbonFeel.pdf [Consulta: junio 2013].

CDP (Carbon Disclosure Project) (2012). [en línea]: <https://www.cdproject.net/es/Proyectos/Paginas/CDPInvestors.aspx> [Consulta: mayo 2013]

CEDEX. (1995). *Control y seguimiento del estudio de índices bióticos en la cuenca del Tajo*. Centro de Estudios Hidrográficos. Dirección General de Obras Públicas. Madrid.

CHEVALIER et al.,(1992). *User Guide to 40 Community Health Indicators*. Ottawa: Community Health Division, Health and Welfare Canada.

CLARKE, R; TIMBERLAKE, L. (1982). *Stockholm plus ten: Promises, promises? the decade since the 1972 UN Environment Conference*. International Institute for Environment and Development (London). Book (ISBN 0905347307). 75 pág.

COMISIÓN EUROPEA (2000). *Commission Decision, 2000. 2000/532/EC: Commission Decision of 3 May 2000 replacing Decision 94/3/EC establishing a list of wastes pursuant to Article 1(a) of Council Directive 75/442/EEC on waste and Council Decision 94/904/EC establishing a list of hazardous waste pursuant to Art.*

COMISIÓN EUROPEA (2007). *Libro Verde de Adaptación*. 29 junio 2007, Bruselas.

COMISIÓN EUROPEA (2009). *Libro Blanco de Adaptación*. 1 abril 2009, Bruselas.

COMISIÓN EUROPEA (2010). *Company GHG Emissions. A Study on Methods and Initiatives. Environmental Resources Management. Manchester*. Reino Unido.

COMISIÓN EUROPEA (2010). *Product Carbon Footprint. A Study on Methodologies and Initiatives*. Ernst & Young and Quantis. Manchester. Reino Unido.

COMISIÓN EUROPEA (2013). [en línea]: CE http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product_footprint.htm [Consulta: junio 2013]

COMISIÓN EUROPEA (2013). *Plataforma Europea de la Adaptación al Clima*, [en línea]: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>

COMISIÓN EUROPEA. (2012). *Estudio Prospectivo Anual sobre el Crecimiento 2013*, 750 final, [en línea]: http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/ags2013_es.pdf

CORES. (2012). *Resumen anual 2011*. Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos. Edita Ministerio de Industria y Comercio.

CUBILLO, F., CASADO, C. Y CASTILLO, V. (1990). *Caudales ecológicos. Estudio de regímenes de caudales mínimos en los cauces de la Comunidad de Madrid*. Agencia de Medio Ambiente. Madrid.

DE LA CRUZ LEIVA, J. L., CARBALLO-PENELA, A., & DOMENECH, J. L. (2011). *Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono*. Observatorio de la Sostenibilidad de España.

DE LUCIO, J.V., MÚGICA, M., PRIETO, D., GÓMEZ-LIMÓN, J., FERNÁNDEZ SAÑUDO, P. RAMÍREZ, L. COLMENARES, R. GARCÍA AVILÉS, J. ZAMORA, F. Y LÓPEZ LILLO, A.



(1995). *Hacia una red ecológica de Conservación en la Comunidad de Madrid*. Centro de Investigación de Espacios Naturales Protegidos "Fernando González Bernáldez". Serie documentos 18. Agencia de Medio Ambiente. Soto del Real.

DE LUCIO, J.V.; RAMÍREZ, L.; SASTRE, P.; MARTÍNEZ, R.; CUEVAS, J.A.; ALCAIDE, M.T. Y FERNÁNDEZ, L. (1997). *Identificación de Lugares de Importancia Comunitaria (Natura 2000. Unión Europea) en la Comunidad de Madrid*. Centro de Investigaciones Ambientales de la Comunidad de Madrid "Fernando González Bernáldez". Serie Documentos 25. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional. Soto del Real.

DECISIÓN nº 406/2009/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de abril de 2009 sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 140/136, 5/06/2009.

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, L 327/1, 22/12/2000.

Directiva 2003/35/CE de 26 de mayo de 2003 por la que se establecen medidas para la participación pública en determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 156/17, 26/06/2003.

Directiva 2003/4/CE sobre el acceso del público a la información ambiental. *Diario Oficial de la Unión Europea* nº L 41/26 de 14/02/2003.

Directiva Hábitats 92/43/CEE. *Diario Oficial de la Unión Europea* nº L 206 de 22/07/1992.

Directiva sobre la Evaluación y Gestión del Riesgo de las Inundaciones 2007/60/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 288/27, 6/11/2007.

DÓMENECH, J.L. (2004) *Huella ecológica portuaria y desarrollo sostenible*, Puertos 114, 26-31.

DOMÉNECH, J.L. (2007). *Huella Ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR Ediciones, Madrid.

DOMÉNECH, J.L. (2011) *La paradoja de la Huella de Carbono*. CarbonFeel

ECCP (2004). *Working Group Sinks Related to Agricultural Soils. Final Report*. Programa Europeo sobre el Cambio Climático.

EL BOUAZZAOUI, IBTISSAM GONDRAN, N., & BOURGOIS, J. (2007). *Ecological Footprint at a Small Scale : Proposition of a Method and Model of Representation of Ecological Footprint for Industrial Activities*. Informations et technologies pour l'Environnement, 19. [en línea]: http://www.brass.cf.ac.uk/uploads/El_Bouazzaoui_M58.pdf

España. (2011). Ley de la Economía Sostenible. *Boletín Oficial del Estado*.

España. Instrucción de Planificación Hidrológica. *Boletín Oficial del Estado*, 229 / 22-09-2008, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

España. Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente. *Boletín Oficial del Estado*.

España. Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. *Boletín Oficial del Estado*.

España. Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, que deroga y sustituye a la ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. *Boletín Oficial del Estado*.

España. Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural, *Boletín Oficial del Estado*.

España. Resolución de 19 de abril de 2011, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 8 de abril de 2011, por el que se establece la normativa reguladora de los préstamos correspondientes a la línea de inversión sostenible-Plan Future 2011. *Boletín Oficial del Estado* núm. 94, de 20 de abril de 2011, páginas 40350 a 40357 (8 págs.) Ministerio de la Presidencia. BOE-A-2011-7052.

EUROPA PRESS (2012). [Nota de prensa]: *La exposición de arte 'La Huella de Hopper' generó 3.575 toneladas de CO2 en 3 meses, según Ernst & Young*. Madrid, 8 de noviembre. [en línea]: <http://www.europapress.es/epsocial/rsc/noticia-exposicion-arte-huella-hopper-genero-3575-toneladas-co2-meses-ernst-young-20121108115038.html> [Consulta: junio 2013]:



EWING B.; REED, A.; RIZK, S.; GALLI, A.; WACKERNAGEL, M.; KITZES, J. (2008). *Calculation Methodology fuera the National Footprint Accounts*. Global Footprint Network, Oakland.

FAO, (2013). *FAO Statistical Yearbook 2013. World, Food and Agriculture*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. Roma.

FAO. (2012). *Factores de rendimiento*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. [en línea]: <http://www.fao.org/corp/statistics/en/>

FEMP. (2012). *Metodología para el Cálculo del Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático*. Federación Española de Municipios y Provincias. ISBN: 978-8492494-06-4 Edita FEMP.

FERNÁNDEZ Y MARTÍNEZ. (2008). *Sustainable Riparian Zones. A Management Guide*. Generalitat Valenciana. ISBN: 978-84-482-4967-0

FLANAGAN, L. B.; WEVER, L. A.; CARLSON, P. J. (2002). *Seasonal and interannual variation in carbon dioxide exchange and carbon balance in a northern temperate grassland*. *Global Change Biology*, 8(7), 599–615. doi:10.1046/j.1365-2486.2002.00491.x

GARCÍA, I. (2013). *Huella de Carbono de Organización y Producto bajo enfoque integrado. Aplicación en el sector de la fabricación de paletas de madera*. ETSI Montes.

GÓMEZ-LIMÓN, J. Y GARCÍA AVILÉS, J. (1992). *Estudio del impacto de las actividades recreativas en dos cauces fluviales del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares*. Centro de Investigación de Espacios Naturales Protegidos "Fernando González Bernáldez". Serie documentos 5. Agencia de Medio Ambiente. Soto del Real.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M.; GARCÍA DE JALÓN, D. (1995). *Restauración de Ríos y Riberas*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid

HAAS, C.A. (1995). *Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape*. *Conservation Biology* 9: 939-942.

HABERL, H.; ERB, K.H.; KRAUSMANN, F. (2001) *How to Calculate and Interpret Ecological Footprints for Long Periods of Time: The Case of Austria 1926–1995*. *Ecological Economics* Vol. 38, pag. 25–45.

HEAL, S. (2011). *Radical Disruptions of Value Chains facilitated by Stephen Heal*. SCI / Hackwood Consulting en 4th PCF World Forum

IDAE. (2011). *Factores de conversión Energía Final - Energía Primaria and Factores de emisión - 2010*. Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético. [en línea]: [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Factores_de_Conversion_Energia_y_CO2_\(2010\)_931cce1e.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Factores_de_Conversion_Energia_y_CO2_(2010)_931cce1e.pdf)

IHOBE. (2013). *13 Predicciones Ambientales para 2013*. IHOBE-Sociedad pública de gestión ambiental. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. España. [en línea]: <http://www.ihobe.net/Paginas/Ficha.aspx?IdMenu=bcd67e00-266e-48b2-b403-846ce1f18466> [Consulta: mayo 2013]

INERCO-NOVOTEC-AENA. 2010. *Inventario voluntario de GEI y Huella de Carbono*. En: El Nuevo Marco Europeo para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Bloque III, pp. 114-131. Congreso Nacional de Medio Ambiente CONAMA 10 (22-26 noviembre, 2010). España. [en línea]: http://www.conama10.es/conama10/download/files/GTs%202010/14_final.pdf [Consulta: mayo 2013]

IPCC (2001): *Cambio Climático 2001: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press. Reino Unido y Estados Unidos de América.

IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IGES, Japan

IPCC (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC. (2000). *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*

JCGM. (1995). *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement-Evaluation of measurement data*. Joint Committee for Guides in Metrology.



LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. (1964) *Fluvial processes in geomorphology*. Dover Publications, New York

MAESSO, M. (2008). *El impacto de la globalización en América Latina*. Universidad de Extremadura.

MAGRAMA (2013). *Avance de la estimación de emisiones GEI 2012 con datos a 30 de abril de 2013*

MAGRAMA. (2011). [Nota de prensa]: *Las emisiones verificadas de 2010 disminuyen un 11,3% con respecto al año anterior*. 3/05/2011. [en línea]: www.magrama.gob.es/en/prensa/noticias/las-emisiones-verificadas-de-2010-disminuyen-un-11,3-con-respecto-al-año-anterior/tcm7-156692-16

MAGRAMA. (2013). [en línea]: <http://sigpac.mapa.es/fega/visor/> Visor Sigpac

MAGRAMA. (2013). [en línea]: <http://www.chguadiana.es/?url=685>

MAGRO, S. (2013). [Nota de prensa]: *Susana Magro anuncia que la puesta en marcha este año del sistema nacional de huella de carbono estimulará a las empresas a reducir sus emisiones*. MAGRAMA. 27/02/2013. [en línea]: <http://www.magrama.gob.es/es/prensa/noticias/susana-magro-anuncia-que-la-puesta-en-marcha-este-a%C3%B1o-del-sistema-nacional-de-huella-de-carbono-estimular%C3%A1-a-las-empresas-a-reducir-sus-emisiones/tcm7-265112-16>

MARAÑÓN, E.; IREGUI, G.; DOMÉNECH, J. L.; FERNÁNDEZ-NAVA, Y.; GONZÁLEZ, M. (2008). *Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos*. OIDLES, 4, 26.

MARM, (2010). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España*. Edición 2010 (Serie 1990-2008). Sumario de resultados. Secretaría de Estado de Cambio Climático. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Unidad de Información Ambiental Estratégica. 34 pp.

MARTÍNEZ SANTA-MARÍA, C.; FERNÁNDEZ YUSTE, J.A. (2006): *Índices de alteración hidrológica en ecosistemas fluviales*. Monografía M-85 CEDEX. Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento. 178 p.

McGREW, A.G; LEWIS, P.G. (1992). *Conceptualizing Global Politics*. Cambridge England and Oxford England and Cambridge, MA, USA: Polity Press. 337 p. ISBN 0745607551

MCKINSEY & COMPANY, (2009). *Pathways to a Low-Carbon Economy, Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve*

MEADOWS, D. (1998). *Indicators and Information Systems for Sustainable Development. A report to Balaton group..* The Sustainability Institute. [en línea]: <http://www.sustainer.org/pubs/Indicators&Information.pdf>

MEADOWS, D.H. et al. (1972). *Los límites del crecimiento. Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad.* México: Fondo de Cultura Económica

MEIER, P.; WILSON, P.; KULCINSKI, G.; DENHOLM, P. (2005). *US electric industry response to carbon constraint: a life-cycle assessment of supply side alternatives.* *Energy Policy*, 33(9), 1099–1108. doi:10.1016/j.enpol.2003.11.009

MÉNDEZ, R. (2012). [Nota de prensa]: *España cumplirá con una compra de saldo de CO₂ polaco.* El País, 5 octubre 2012 [en línea]: http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/10/05/actualidad/1349453927_030128.html

MIGUEL GARCÍA, P. DE; RODRÍGUEZ PARADINAS, E. (1982). *Riberas marítimas, fluviales y lacustres: elementos para una ordenación.* CEOTMA, serie documentación 2. MOPU. Madrid, 88 pp.

MMA (2006). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco para la coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático*

MMA (2007). *Estrategia española de cambio climático y energía limpia Horizonte 2007-- 2012 –2020.* Aprobado por el Consejo Nacional del Clima de 25 de octubre de 2007 y el Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2007.

MOLINA, P. (1998). *Estudio del paisaje natural en el sector centro-oriental de la depresión del Tajo (Madrid-Toledo) y en el sector central de la depresión del Ebro (Navarra-Zaragoza). Análisis y comparación de sus estructuras y dinámicas.* Tesis Doctoral. Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid.

MONDRAGÓN-PEREZ, A. R. (2012) *¿Qué son los indicadores?* Revista de información y análisis núm. 19, 2012

MONTES, C.; LLORCA, A. Y STERLING, A. -coordinadores-. (1987). *Directrices para la recuperación ecológica del tramo medio del río Manzanares.* Canal de Isabel II.



MORILLO, M; GIMÉNEZ, A.; GARCÍA DE JALÓN, D. (1999). *Evolución del río Manzanares aguas abajo del embalse de El Pardo*

NACIONES UNIDAS. (1987). Informe Brundtland. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.

NACIONES UNIDAS. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*

NOBEL. (2007) *The Nobel Peace Prize 2007*. Nobel Media AB 2013. [en línea]: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/2007/ [Consulta: junio 2013]:

OLLERO OJEDA, A. (1990): *Espacios naturales de ribera en el municipio de Zaragoza*. *Geographicalia*, 27, 121-136.

ONU, (1992). Conferencia de Río de Janeiro

ONU. (1968). *Resolución 2398 (XXIII) de la Asamblea General*. 3 de diciembre de 1968.

ONU. (1999). *Integrated and coordinated implementation and follow-up of major United Nations conferences and summits*. Nueva York, Estados Unidos de América, 10 y 11 de mayo de 1999, p. 18. [en línea]: www.un.org/documents/ecosoc/docs/1999/e1999-11.

OSE. 2011. *Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono*. Observatorio de la Sostenibilidad en España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación Biodiversidad, Fundación General de la Universidad de Alcalá. España.

PNUD. (2012). *Resumen de la Conferencia sobre el Cambio Climático de la CMNUCC en Doha, Qatar*

PNUD. (2013). *Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso*.

Population Matters. (2013). [en línea]: www.PopulationMatters.org. [Consulta: abril 2013]

PwC. (2011). *Fiscalidad verde en Europa: objetivo 20/20/20* . informe del Centro de Innovación del Sector Público de la Fundación de Pricewaterhouse Coopers e IE Business School

QUIROGA, R.M. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Naciones Unidas. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Chile.

RAE (Real Academia Española). (2013). [En línea]: www.rae.es

Real Decreto 9/2008 (BOE 16-1-08) de modificación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico,

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

REED, R.A.; JOHNSON-BARNARD, J.; BAKER, W.L. (1996). *Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains*. Conservation Biology 10: 1098-1106.

RICHTER, B. D.; RICHTER, H.E. (2000). *Prescribing flood regimes to sustain riparian ecosystems along meandering rivers*. Conservation Biology 14:1467–1478.

RICHTER, B.D.; BAUMGARTNER, J.V.; BRAUN, D.P.; POWELL, J. (1998). *A Spatial Assessment of Hydrologic Alteration within a River Network*. Regulated rivers: Research & Management 14: 329-340

RODRIGUEZ, A.; GARCÍA, A. (2007). *Tipificación, caracterización y análisisdescomposición cromático de barnices incoloros, aplicados a maderas de construcción*. Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid [en línea]: http://oa.upm.es/4245/1/INVE_MEM_2008_59216.pdf

SABINE, C. L., FEELY, R. A., GRUBER, N., KEY, R. M., LEE, K., BULLISTER, J. L., WANNINKHOF, R., ET AL. (2004). *The oceanic sink for anthropogenic CO₂*. Science (New York, N.Y.), 305(5682), 367–71. doi:10.1126/science.1097403

SASTRE OLMOS, P. (1999). *Efecto de la escala en la estructura espacial de los elementos lineales y el mosaico del paisaje*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.



- SASTRE OLMOS, P.; DE LUCIO, J.V. (1998). *Detecting and measuring landscape linear elements at different scales*. En Dover, J.W. & Bunce, R.G.H. (eds.). Key concepts in landscape ecology. IALE (UK), Preston.
- SCHNEIDER, H.; SAMANIEGO, J. (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe. Una reseña*. Documentos de proyectos, N° 232 (LC/W.232), Santiago de Chile, CEPAL. Naciones Unidas
- SEO/BirdLife. 1996. Plan de conservación de las especies catalogadas en Madrid, encuadradas en el tipo de hábitats de ribera (aves de ribera). Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional. Madrid.
- SIMMONS, C.; GONZALEZ, I.; LEWIS, K.; WIEDMANN, T.; GILJUM, S. (2006). *Methodology for determining global sectoral material consumption, carbon dioxide emissions and Ecological Footprints*. Edita: Best Food Forward.
- SOPELANA, A. (2013). [Nota de prensa]: *Midiendo la Huella de Carbono*. El Nuevo Diario. [en línea]: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/285255>
- SOUSSANA, J.F.; PILEGAARD, K.; AMBUS, P.; BERBIGIER, P.; CESCHIA, E.; CLIFTON-BROWN, J.; CZOBEL, S.; DE GROOT, T.; HORVATH, L.; HENSEN, A.; JONES, M.; KASPER, G.; MARTIN, C.; MILFORD, C.; NAGY, Z.; NEFTEL, A.; RASCHI, A.; REES, R.M.; SKIBA, U.; STEFANI, S.; SUTTON, M.A.; WEIDINGER, T. (2004). *Annual greenhouse gas balance of European grasslands. First results from the GreenGrass Project In: Weiske, A. (Ed.) Leipzig. Greenhouse Gas Emissions from Agriculture-Mitigation Options and Strategies, Conference, 25–30*.
- SPADARO, V.; LANGLOIS, L.; HAMILTON, B. (2000). *Greenhouse gas emissions of electricity generation chains: assessing the difference*. IAEA Bull, 42(2).
- SPATH, P. L.; MANN, M. K. (2004). *Biomass Power and Conventional Fossil Systems with and without CO₂ Sequestration – Comparing the Energy Balance , Greenhouse Gas Emissions and Economics*. Contract (January)
- STERLING, A. (1990). *Bases para la conservación de los valores ecológicos de los sotos y bosques de ribera. El caso de la cuenca del río Guadarrama*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- SUAREZ, M.L.; VIDAL-ABARCA, M.R. (2012). *Ecosistemas ríos y riberas: conocer más para gestionar mejor*. Ambienta, 98

TOCKNER, K.; STANFORD, J.A. (2002) *Riverine flood plains: Present state and future trends*. Environmental Conservation 29:308-330

UICN. (1980). *Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza*.

UNEP. (2002). *Annual Report for 2002*.

WACKERNAGEL, M. (1991). *Using 'appropriated carrying capacity' as an indicator: measuring the sustainability of a community*. UBC Task Force on Healthy and Sustainable Communities, UBC School of Community and Regional Planning, Vancouver, Canada

WACKERNAGEL, M., DHOLAKIA, R., DEUMLING, D., RICHARDSON, D., (2000). *Assess your Household's Ecological Footprint 2.0*, March 2000. URL http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls.

WACKERNAGEL, M.; ONISTO, L.; BELLO, P.; LINARES, A.C.; FALFÁN, L.; GARCÍA, J.M.; SUÁREZ, G.A.I.; SUÁREZ, G.M.G. (1999). *National natural capital accounting with the ecological footprint concept*. Ecological Economics 29: 375–90

WACKERNAGEL, M.; REES, W.Y. 1996. *Our ecological footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers. Estados Unidos de América.

WACKERNAGEL, M.; SCHULZ, N.B.; DEUMLING, D.; LINARES, A.C.; JENKINS, M.; KAPOS, V.; MONFREDA, C.; LOH, J.; MYERS, N.; NORGAARD, R.; RANDERS, J. (2002). *Tracking the ecological overshoot of the human economy*, 9266–9271. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of Americas. PNAS. Vol. 99. No. 14.

WACKERNAGEL, M.; SILVERSTEIN, J. (2000). *Big things first: focusing on the scale imperative with the ecological footprint*. Ecological Economics, 32, 391-394.

WACKERNAGEL, M.; MONFREDA, C.; MORAN, D.; WERMER, P.; GOLDFINGER, S.; DEUMLING, D. 2005. *National Footprint and Biocapacity Accounts 2005: The underlying calculation method*. Global Footprint Network. Disponible en: <<http://www.footprintnetwork.org>> (último acceso, enero 2012).

WIEDMANN Y MINX, (2008). *A Definition of 'Carbon Footprint'*. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends: Chapter 1, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA.),



WIEDMANN, T. (2009). *Carbon Footprint and Input-Output Analysis - An Introduction, Economic Systems Research*,

WIOD (World Input-Output Database) (2013). [en línea]: <http://www.wiod.org/>

WRI (World Resources Institute) y WBSCD (World Business Council for Sustainable Development). (2013) *GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*. [en línea]: <http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools>

WRI y WBSCD. (2004). *The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard*

WWF. (2008). *Informe Planeta Vivo 2008*. [en línea]: http://assets.panda.org/downloads/lpr_2008_span_lo_res.pdf



ANEXO I: Inventario general de consumos. (MC3, CarbonFeel)

Tabla A.I. 1: Inventario general de consumos de la herramienta de MC3.ii

Tabla A.I. 1: Inventario general de consumos de la herramienta de MC3.

División	Subdivisión	Categoría	Unidades
1. Emisiones directas	1.1. Combustibles	Hulla (combustión)	€
		Leña (combustión)	€
		Biomasa forestal	€
		Biomasa agrícola	€
		Gas Natural	m ³
		GLP envasado	m ³
		GLP canalizado	m ³
		Gasolina 95	l
		Gasolina 98	l
		Gasoil A	l
		Gasoil B	l
		Gasoil C	l
		Fuelóleo	l
		Biodiesel 100%	l
		Bioetanol 100%	l
	1.2. Otras emisiones directas	Pueden provenir de diversas fuentes: depósitos para invernaderos, inyección de CO2 en tanques de acuicultura (fitoplancton), diversas tecnologías de almacenamiento y captura de CO2 (depósito, oleoducto, tratamiento, etc.).	
2. Emisiones indirectas	2.1. Electricidad	Térmica (hulla + antracita)	kWh
		Ciclo Combinado	kWh
		Nuclear (combustión)	kWh
		Hidráulica	kWh
		Mini-hidráulica	kWh
		Cogeneración MCIA	kWh
		Eólica	kWh
		Fotovoltaica	kWh
		Solar térmica	kWh
		Biomasa	kWh
		Residuos	kWh
3. Otras emisiones indirectas. Materiales no orgánicos	3.1. Materiales de flujo (mercancías)	Materias primas (áridos-mineral en general)	€
		Cemento	€
		Ladrillos, cerámica y material refractario	€
		Derivados del vidrio	€
		Material de porcelana y sanitarios cerámicos	€
		Productos derivados del plástico	€
		Material textil sintético semi-elaborado	€
		Vestuario y textil sintético confeccionado	€
		Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	€



División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc.	€
		Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	€
		Abonos	€
		Productos farmacéuticos	€
		Productos básicos del hierro o del acero	€
		Productos básicos del cobre o níquel	€
		Productos básicos del aluminio y derivados	€
		Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	€
		Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	€
		Miscelánea manufacturas, mat. oficina	€
		Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	€
		Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	€
		Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles terrestres y tractores (y sus partes)	€
		Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	€
	3.2. Materiales no amortizables	Materias primas (áridos-mineral en general)	€
		Cemento	€
		Ladrillos, cerámica y material refractario	€
		Derivados del vidrio	€
		Material de porcelana y sanitarios cerámicos	€
		Productos derivados del plástico	€
		Material textil sintético semi-elaborado	€
		Vestuario y textil sintético confeccionado	€
		Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	€
		Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc.	€
		Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	€
		Abonos	€
		Productos farmacéuticos	€
		Productos básicos del hierro o del acero	€
		Productos básicos del cobre o níquel	€

División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Productos básicos del aluminio y derivados	€
		Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	€
		Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	€
		Miscelánea manufacturas, materiales oficina	€
		Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	€
		Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	€
		Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles terrestres y tractores (y sus partes)	€
		Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	€
	3.3. Materiales amortizables	Materias primas (áridos-mineral en general)	€
		Cemento	€
		Ladrillos, cerámica y material refractario	€
		Derivados del vidrio	€
		Material de porcelana y sanitarios cerámicos	€
		Productos derivados del plástico	€
		Material textil sintético semi-elaborado	€
		Vestuario y textil sintético confeccionado	€
		Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	€
		Productos químicos, higiénicos y limpieza; pinturas vegetales, etc.	€
		Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	€
		Abonos	€
		Productos farmacéuticos	€
		Productos básicos del hierro o del acero	€
		Productos básicos del cobre o níquel	€
		Productos básicos del aluminio y derivados	€
		Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	€
		Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	€
		Miscelánea manufacturas, mat. oficina	€
		Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	€
		Aparatos eléctricos comunes, iluminación,	€



División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		electrodomésticos	
		Vehículos transporte (tierra, mar y aire), artefactos flotantes automóviles terrestres y tractores (y sus partes)	€
		Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	€
	3.4. Materiales amortizables ("matriz de obras")	Energía (gasoil)	€
		Cemento	€
		Productos siderúrgicos	€
		Ligantes bituminosos	€
		Ladrillos y refractarios	€
		Madera	€
		Cobre	€
	3.5. Uso infraestructuras públicas ("matriz de obras públicas")	Energía (gasoil)	€
		Cemento	€
		Productos siderúrgicos	€
		Ligantes bituminosos	€
		Ladrillos y refractarios	€
		Madera	€
		Cobre	€
4. Servicios y contrata	4.1. Servicios con baja movilidad	Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	€
		Servicios de oficina de alto valor añadido	€
		Servicios de hospedería, hoteles	€
		Telefonía (total fijos y móviles)	€
		Servicios médicos	€
		Servicios culturales, sociales, ocio, cooperación, deportes	€
		Formación externa	€
		Servicios interiores de limpieza, mantenimiento y similares	€
		Alquileres polígonos industriales, dominio público y similares	€
		Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	€
	4.2. Servicios con alta movilidad	Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	€
		Correo, paquetería, mensajería	€
	4.3. Servicios de transporte de personas	Taxi	€
		Autobús	€
		Tren	€
		Avión	€

División	Subdivisión	Categoría	Unidades
	4.4. Servicios de transporte de mercancías	Barco nacional	€
		Furgonetas y similares	€
		Camiones	€
		Ferrocarril	€
		Avión	€
		Buque nacional (portacontenedores)	€
		Buque internacional (portacontenedores)	€
	4.5. Uso de infraestructuras públicas	IVA declarado	€
		Impuesto sociedades	€
		Impuestos especiales	€
		Otros impuestos o tributos	€
		Multas y sanciones	€
5. Recursos agrícolas y pesqueros	5.1. Productos de flujo (mercancías) 5.1.1. Vestuario y manufacturas	Manufacturas del esparto, cestería	€
		Material textil natural (primera elaboración)	€
		Vestuario y textil confeccionado de algodón	€
		Vestuario y textil confeccionado de lana	€
		Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	€
		Bovino (pastos)	€
		Bovino (cultivos)	€
		Ovino-caprino (pastos)	€
	5.1. Productos de flujo (mercancías) 5.1.2. Productos agropecuarios	Animales vivos	€
		Carnes (aves)	€
		Carnes (cerdo, pastos)	€
		Carnes (cerdo, cultivos)	€
		Carnes (bovino, pastos)	€
		Carnes (bovino, cultivos)	€
		Carnes (ovino-caprino, pastos)	€
		Pescados, crustáceos y moluscos (fresco o congelado)	€
		Leche, lácteos	€
		Huevos	€
		Resto de productos de origen animal	€
		Plantas y flores vivas o cortadas, bulbos	€
		Legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos (frescas)	€
		Ídem (congelados, conserva...), tomates	€
		Frutas y frutos secos	€
		Café, té, especias, cacao y sus preparados	€
		Cereales, harinas, pan, pastas, arroz	€
		Gomas, resinas y extractos vegetales	€



División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Aceite vegetal	€
		Azúcares, miel y confitería	€
		Preparados de pescado, mariscos, invertebrados	€
		Preparados de carne	€
		Preparados de cereales	€
		Preparados de hortalizas o frutas	€
		Preparados alimenticios diversos	€
		Bebidas con y sin alcohol (zumos, mermeladas)	€
		Tabaco y sucedáneos elaborados	€
		Pienso y alimentos para animales, paja y forraje	€
	5.2. Productos para consumo 5.2.1. Vestuario y manufacturas	Manufacturas del esparto, cestería	€
		Material textil natural (primera elaboración)	€
		Vestuario y textil confeccionado de algodón	€
		Vestuario y textil confeccionado de lana	€
		Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	€
		Bovino (pastos)	€
		Bovino (cultivos)	€
		Ovino-caprino (pastos)	€
	5.2. Productos para consumo 5.2.2. Productos agropecuarios	Animales vivos	€
		Carnes (aves)	€
		Carnes (cerdo, pastos)	€
		Carnes (cerdo, cultivos)	€
		Carnes (bovino, pastos)	€
		Carnes (bovino, cultivos)	€
		Carnes (ovino-caprino, pastos)	€
		Pescados, crustáceos y moluscos (fresco o congelado)	€
		Leche, lácteos	€
		Huevos	€
		Resto de productos de origen animal	€
		Plantas y flores vivas o cortadas, bulbos	€
		Legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos (frescas)	€
		Ídem (congelados, conserva...), tomates	€
		Frutas y frutos secos	€
		Café, té, especias, cacao y sus preparados	€
		Cereales, harinas, pan, pastas, arroz	€

División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Gomas, resinas y extractos vegetales	€
		Aceite vegetal	€
		Azúcares, miel y confitería	€
		Preparados de carne	€
		Preparados de pescado, mariscos, invertebrados	€
		Preparados de cereales	€
		Preparados de hortalizas o frutas	€
		Preparados alimenticios diversos	€
		Bebidas con y sin alcohol (zumos, mermeladas)	€
		Tabaco y sucedáneos elaborados	€
		Pienso y alimentos para animales, paja y forraje	€
	5.3. Servicios de restaurante	Comidas de empresa	€
		Servicio de restaurante	€
		Alimentos	€
		Carnes	€
		Pollo, aves	€
		Cerdo, embutidos (pastos)	€
		Cerdo, embutidos (cultivos)	€
		Bovino (pastos)	€
		. Bovino (cultivos)	€
		Ovino-caprino (pastos)	€
		Pescados y mariscos	€
		Cereales, harinas, pastas, arroz, pan	€
		Bebidas (zumos, vino, alcoholes)	€
		Legumbres, hortalizas, raíces y tubérculos	€
		Azúcares, dulces, turrone	€
		Aceites y grasas	€
		Lácteos (quesos, nata, leche)	€
		Cafés, té, cacao	€
6. Recursos forestales	6.1. Materiales de flujo (mercancías)	Trozas de madera, puntales, pilotes, estiba, pallets, traviesas, etc.	€
		Madera cortada, aserrada, cepillada	€
		Chapas de madera	€
		Madera contrachapada, paneles	€
		Artículos manufacturados de madera (no muebles)	€
		Mobiliario con base principal de madera	€
		Pasta de madera u otras fibras celulósicas	€
		Papel, cartón y sus manufacturas	€



División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Papel, cartón y sus manufacturas reciclado	€
		Productos editoriales, prensa e industria gráfica	€
		Productos editoriales en papel reciclado	€
		Manufacturas del corcho	€
		Manufacturas del caucho natural	€
	6.2. Materiales no amortizables	Trozas de madera, puntales, pilotes, estiba, pallets, traviesas, etc.	€
		Madera cortada, aserrada, cepillada	€
		Chapas de madera	€
		Madera contrachapada, paneles	€
		Artículos manufacturados de madera (no muebles)	€
		Mobiliario con base principal de madera	€
		Pasta de madera u otras fibras celulósicas	€
		Papel, cartón y sus manufacturas	€
		Papel, cartón y sus manufacturas reciclado	€
		Productos editoriales, prensa e industria gráfica	€
		Productos editoriales en papel reciclado	€
		Manufacturas del corcho	€
		Manufacturas del caucho natural	€
	6.3. Materiales amortizables	Trozas de madera, puntales, pilotes, estiba, pallets, traviesas, etc.	€
		Madera cortada, aserrada, cepillada	€
		Chapas de madera	€
		Madera contrachapada, paneles	€
		Artículos manufacturados de madera (no muebles)	€
		Mobiliario con base principal de madera	€
		Pasta de madera u otras fibras celulósicas	€
		Papel, cartón y sus manufacturas	€
		Papel, cartón y sus manufacturas reciclado	€
		Productos editoriales, prensa e industria gráfica	€
		Productos editoriales en papel reciclado	€
		Manufacturas del corcho	€
		Manufacturas del caucho natural	€
7. Agua	7.1. Consumo de agua potable	Uso alimentario	m ³
		Uso sanitario y lavado	m ³
		Uso de hidrantes (anti-incendios)	m ³

División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Riego de jardines	m ³
		Riegos agrícolas	m ³
		Riego anti-polvo (viales, graneles...)	m ³
		Procesos industriales	m ³
	7.1. Consumo de agua potable Consumo eléctrico por CV del agua potable	Térmica (hulla + antracita)	kWh
		Ciclo Combinado	kWh
		Nuclear (combustión)	kWh
		Hidráulica	kWh
		Mini-hidráulica	kWh
		Cogeneración MCIA	kWh
		Eólica	kWh
		Fotovoltaica	kWh
		Solar térmica	kWh
		Biomasa	kWh
		Residuos	kWh
	7.2. Consumo de agua no potable	Uso sanitario y lavado	m ³
		Uso de hidrantes (anti-incendios)	m ³
		Riego de jardines	m ³
		Riegos agrícolas	m ³
		Riego anti-polvo (viales, graneles...)	m ³
		Procesos industriales	m ³
	7.2. Consumo de agua potable Consumo eléctrico por CV del agua no potable	Térmica (hulla + antracita)	kWh
		Ciclo Combinado	kWh
		Nuclear (combustión)	kWh
		Hidráulica	kWh
		Mini-hidráulica	kWh
		Cogeneración MCIA	kWh
		Eólica	kWh
		Fotovoltaica	kWh
		Solar térmica	kWh
		Biomasa	kWh
		Residuos	kWh
8. Importaciones de bienes y servicios	8.1. Importaciones de bienes y servicios	Agricultura, Caza, Silvicultura y Pesca	€
		Explotación de Minas y Canteras	€
		Alimentos, Bebidas y Tabaco	€
		Textiles y Productos Textiles	€
		Piel, Cuero y Calzado	€
		Madera, Productos de Madera y Corcho	€
		Pasta, Papel, Cartón, Imprenta, Publicaciones	€
		Coque, Refinados del Petróleo y Energía	€



División	Subdivisión	Categoría	Unidades
		Nuclear	
		Productos Químicos	€
		Caucho y Plásticos	€
		Otros Productos Minerales No Metálicos	€
		Metales Básicos y Productos de Metal	€
		Maquinaria, No en otro sitio clasificada	€
		Equipamiento eléctrico y óptico	€
		Artículos de Transporte	€
		Manufacturas, no en otro sitio clasificado. Reciclaje	€
		Suministro de electricidad, gas y agua	€
		Construcción	€
		Venta, mantenimiento y reparación de vehículos, automotores y motocicletas. Venta de combustible, excepto a vehículos de motor y motocicletas	€
		Comercio al por Menor, Excepto de Vehículos de Motor y Motocicletas; Reparación de Artículos del hogar	€
		Hoteles y Restaurantes	€
		Transportes Interiores	€
		Transporte por agua	€
		Transporte aéreo	€
		Otras Actividades Anexas a los Transportes; Actividades de Agencias de Viajes	€
		Correos y Telecomunicaciones	€
		Intermediación Financiera	€
		Actividades Inmobiliarias	€
		Alquiler de Materiales y Equipos, y otras actividades empresariales	€
		Administración Pública, Defensa y Seguridad Social Obligatoria	€
		Educación	€
		Salud y Trabajo Social	€
		Otros Servicios Comunitarios, Sociales y Personales, Hogares Privados con Servicio Doméstico	€
	8.2. Otras entradas de importaciones	Si para una de las categorías mencionadas en 8.1. existen importaciones desde diferentes regiones se deben introducir aquí los datos de importaciones a fin de poder utilizar diferentes factores para cada región.	€



ANEXO II: Resultados de la Huella de Carbono del servicio por categoría de consumo MC3.

Tabla A.II. 1: Resultados de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica del servicio por categoría de consumo MC3. Año 2011. xiv

Tabla A.II. 2: Resultados de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica del servicio por categoría de consumo MC3. Año 2012. xix

Tabla A.II. 1: Resultados de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica del servicio por categoría de consumo MC3. Año 2011.

AÑO 2011											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono (tCO ₂ e)			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
TOTAL				149,95	0,70	149,25	35,26	0,20	35,06	0,77	1,82
1.-EMISIONES DIRECTAS				48,89	0,00	48,89	11,34	0,00	11,34	3,88	8,99
1.1. Combustibles											
.Gasoil A	[l]	17202,07	8,91	48,89	0,00	48,89	11,34	0,00	11,34	3,88	8,99
2.-EMISIONES INDIRECTAS				12,41	0,00	12,41	2,88	0,00	2,88	1,64	3,81
2.1. Electricidad											
Pozuelo	[kWh]	1615,07		0,34	0,00	0,34	0,08	0,00	0,08	*	*
Presa nº2	[kWh]	5626,14		1,19	0,00	1,19	0,28	0,00	0,28	*	*
Presa nº3	[kWh]	23747,19		5,01	0,00	5,01	1,16	0,00	1,16	*	*
Presa nº4	[kWh]	3579,44		0,76	0,00	0,76	0,18	0,00	0,18	*	*
Presa nº5	[kWh]	2653,74		0,56	0,00	0,56	0,13	0,00	0,13	*	*
Presa nº6	[kWh]	2841,78		0,60	0,00	0,60	0,14	0,00	0,14	*	*
Presa nº7	[kWh]	3329,47		0,70	0,00	0,70	0,16	0,00	0,16	*	*
Presa nº8	[kWh]	2615,16		0,55	0,00	0,55	0,13	0,00	0,13	*	*
Presa nº9	[kWh]	7382,58		1,56	0,00	1,56	0,36	0,00	0,36	*	*
Presa nº10	[kWh]	809,75		0,17	0,00	0,17	0,04	0,00	0,04	*	*
Paseo fluvial	[kWh]	4620,83		0,98	0,00	0,98	0,23	0,00	0,23	*	*
3.- MATERIALES (no orgánicos)		55076,78	28,51	75,98	0,00	75,98	17,62	0,00	17,62	1,38	3,20
3.1. Materiales de flujo (mercancías)											



AÑO 2011											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono (tCO ₂ e)			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
. Materias primas (áridos-mineral en general)	[€]	10,92	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,21
. Cemento	[€]	167,02	0,09	0,51	0,00	0,51	0,12	0,00	0,12	3,03	7,03
. Ladrillos, cerámica y material refractario	[€]	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	1,14
. Derivados del vidrio	[€]	1571,68	0,81	2,61	0,00	2,61	0,61	0,00	0,61	1,66	3,86
. Productos derivados del plástico	[€]	1410,13	0,73	5,09	0,00	5,09	1,18	0,00	1,18	3,61	8,37
. Material textil sintético semi-elaborado	[€]	55,41	0,03	0,07	0,00	0,07	0,02	0,00	0,02	1,21	2,80
. Vestuario y textil sintético confeccionado	[€]	4012,81	2,08	3,21	0,00	3,21	0,74	0,00	0,74	0,80	1,86
. Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	[€]	69,98	0,04	0,48	0,00	0,48	0,11	0,00	0,11	6,88	15,97
. Productos químicos, higiénicos y limpieza, etc.	[€]	5729,57	2,97	16,92	0,00	16,92	3,92	0,00	3,92	2,95	6,85
. Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	[€]	318,95	0,17	0,69	0,00	0,69	0,16	0,00	0,16	2,17	5,03
. Productos básicos del cobre o níquel	[€]	145,93	0,08	0,10	0,00	0,10	0,02	0,00	0,02	0,70	1,63
. Productos básicos del aluminio y derivados	[€]	351,58	0,18	2,87	0,00	2,87	0,67	0,00	0,67	8,16	18,93
. Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	[€]	1790,28	0,93	1,39	0,00	1,39	0,32	0,00	0,32	0,77	1,79
. Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	[€]	844,27	0,44	1,10	0,00	1,10	0,25	0,00	0,25	1,30	3,02
. Miscelánea manufacturas, mat. oficina	[€]	167,31	0,09	0,15	0,00	0,15	0,04	0,00	0,04	0,92	2,14
. Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	[€]	42,30	0,02	0,06	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	1,53	3,54
. Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	[€]	705,50	0,37	0,80	0,00	0,80	0,18	0,00	0,18	1,13	2,61

AÑO 2011											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono (tCO ₂ e)			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
. Vehículos transporte (tierra, mar y aire) etc.	[€]	32666,78	16,91	35,99	0,00	35,99	8,35	0,00	8,35	1,10	2,56
. Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	[€]	5013,90	2,60	3,95	0,00	3,95	0,92	0,00	0,92	0,79	1,83
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	[€]	112385,94	58,18	9,03	0,00	9,03	2,09	0,00	2,09	0,08	0,19
4.1. Servicios con baja movilidad	[€]	96700,11	50,06	2,61	0,00	2,61	0,61	0,00	0,61	0,03	0,06
. Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	[€]	24874,58	12,88	1,04	0,00	1,04	0,24	0,00	0,24	0,04	0,10
. Servicios de oficina de alto valor añadido	[€]	60798,31	31,48	1,27	0,00	1,27	0,29	0,00	0,29	0,02	0,05
. Telefonía (total fijos y móviles)	[€]	2592,30	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
. Servicios médicos	[€]	1200,00	0,62	0,22	0,00	0,22	0,05	0,00	0,05	0,18	0,42
. Formación externa	[€]	280,00	0,14	0,08	0,00	0,08	0,02	0,00	0,02	0,27	0,62
. Servicios interiores de limpieza, mantenimiento y similares	[€]	5029,43	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
. Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	[€]	1925,49	1,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
4.2. Servicios con alta movilidad	[€]	15158,97	7,85	6,26	0,00	6,26	1,45	0,00	1,45	0,41	0,96
. Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	[€]	14992,29	7,76	6,13	0,00	6,13	1,42	0,00	1,42	0,41	0,95
. Correo, paquetería, mensajería	[€]	166,68	0,09	0,13	0,00	0,13	0,03	0,00	0,03	0,80	1,85
4.3. Servicios de transporte de mercancías	[€]	217,00	0,11	0,11	0,00	0,11	0,03	0,00	0,03	0,51	1,18
.Camiones	[€]	217,00	0,11	0,11	0,00	0,11	0,03	0,00	0,03	0,51	1,18
4.4. Uso de infraestructuras públicas	[€]	309,86	0,16	0,04	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,14	0,27
.Otros impuestos o tributos	[€]	309,86	0,16	0,04	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,14	0,27



AÑO 2011											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono (tCO ₂ e)			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	[€]	4640,96	2,40	1,12	0,21	0,90	0,72	0,20	0,52	0,19	1,11
5.1. Productos para consumo		19,78	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,31	0,72
5.1.1. Vestuario y manufacturas	[€]	19,78	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,31	0,72
. Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	[€]	19,78	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,31	0,72
5.2.Servicios de restaurante	[€]	4621,18	2,39	1,11	0,21	0,8984	0,72	0,20	0,52	0,19	1,11
. Comidas de empresa	[€]	4621,18	2,39	1,11	0,21	0,8984	0,72	0,20	0,52	0,19	1,11
6. RECURSOS FORESTALES	[€]	892,65	0,46	1,12	0,00	1,12	0,26	0,00	0,26	1,25	2,91
6.1. Materiales de flujo (mercancías)	[€]	892,65	0,46	1,12	0,00	1,12	0,26	0,00	0,26	1,25	2,91
. Papel, cartón y sus manufacturas	[€]	892,65	0,46	1,12	0,00	1,12	0,26	0,00	0,26	1,25	2,91
7. USO DEL SUELO**				2,27	18,64	-16,37	2,27	13,36	-11,09		
7.1. Sobre tierra firme				2,27	18,64	-16,37	2,27	13,36	-11,09		
. Zonas de pastos o jardines	[ha]	22,08		0,00	18,64	-18,64	0,00	13,36	-13,36		
. Construido, asfaltado, erosionado, etc.	[ha]	1,15		2,27	0,00	2,27	2,27	0,00	2,27		
7.2. Sobre agua				0,00	17,90	-17,90	0,00	31,66	-31,66		
. Usos acuáticos, pesca (sin acuicultura)	[ha]	73,97		0,00	17,90	-17,90	0,00	31,66	-31,66		
8. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES				1,40	0,49	0,91	0,35	0,00	0,35		
8.1. Residuos no peligrosos				1,25	0,49	0,76	0,31	0,00	0,31		
. RSU y asimilables (vertedero tradicional)	[t]	1,00		0,76	0,00	0,76	0,18	0,00	0,18		
. Envases ligeros (plástico, latas, brik)	[t]	2,55		0,35	0,35	0,00	0,08	0,00	0,08		
. Residuos de construcción y demolición	[t]	46,73		0,13	0,13	0,00	0,05	0,00	0,05		

AÑO 2011											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono (tCO ₂ e)			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
8.2. Residuos peligrosos				0,15	0,00	0,15	0,04	0,00	0,04		
. Aceites usados	[t]	0,22		0,04	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01		
. Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	[t]	0,53		0,11	0,00	0,11	0,03	0,00	0,03		
. RAEE	[t]	0,07		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

*: No se han estimado las Huellas unitarias al no tener información sobre los gastos de cada presa. Sólo se tenía el importe total.

**.: Las huellas derivadas del uso del suelo no se les ha imputado a la empresa.

Ud.: Unidad; HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica; RSU: Residuos Sólidos Urbanos; RAEE Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.


Tabla A.II. 2: Resultados de la Huella de Carbono y de la Huella Ecológica del servicio por categoría de consumo MC3. Año 2012.

AÑO 2012											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono (t CO ₂ e)			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
TOTAL				205,89	0,60	205,30	47,12	0,04	47,08	0,95	2,19
1.-EMISIONES DIRECTAS	[€]	14823,21	6,88	53,29	0,00	53,29	12,36	0,00	12,36	3,60	8,34
1.1. Combustibles				53,29	0,00	53,29	12,36	0,00	12,36	3,60	8,34
.GLP envasado	[t/año]	0,00275	1,28E-06	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,16	0,38
.Gasoil A	[l]	18747,72843	8,70	53,28	0,00	53,28	12,36	0,00	12,36	3,61	8,37
2.-EMISIONES INDIRECTAS	[€]	8133,66	3,78	12,56	0,00	12,56	2,91	0,00	2,91	1,54	3,58
2.1. Electricidad				12,56	0,00	12,56	2,91	0,00	2,91	1,54	3,58
Pozuelo	[kWh]	1783,22		0,38	0,00	0,38	0,09	0,00	0,09	*	*
Presa nº2	[kWh]	3270,16		0,69	0,00	0,69	0,16	0,00	0,16	*	*
Presa nº3	[kWh]	25440,87		5,37	0,00	5,37	1,24	0,00	1,24	*	*
Presa nº4	[kWh]	4424,33		0,93	0,00	0,93	0,22	0,00	0,22	*	*
Presa nº5	[kWh]	3149,77		0,66	0,00	0,66	0,15	0,00	0,15	*	*
Presa nº6	[kWh]	3812,89		0,80	0,00	0,80	0,19	0,00	0,19	*	*
Presa nº7	[kWh]	3270,89		0,69	0,00	0,69	0,16	0,00	0,16	*	*
Presa nº8	[kWh]	3012,50		0,64	0,00	0,64	0,15	0,00	0,15	*	*
Presa nº9	[kWh]	6278,70		1,33	0,00	1,33	0,31	0,00	0,31	*	*
Presa nº10	[kWh]	814,67		0,17	0,00	0,17	0,04	0,00	0,04	*	*

AÑO 2012											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				(t CO ₂ e)							
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
Paseo fluvial	[kWh]	4269,09		0,90	0,00	0,90	0,21	0,00	0,21	*	*
3.- MATERIALES (no orgánicos)	sin IVA	81614,38	37,89	129,85	0,00	129,85	29,37	0,00	29,37	1,59	3,60
3.1. Materiales de flujo (mercancías)		62243,57	28,89	103,41	0,00	103,41	23,98	0,00	23,98	1,66	3,85
. Materias primas (áridos-mineral en general)	[€]	490,05	0,23	0,04	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,09	0,21
. Cemento	[€]	686,48	0,32	2,08	0,00	2,08	0,48	0,00	0,48	3,03	7,03
. Ladrillos, cerámica y material refractario	[€]	734,83	0,34	0,36	0,00	0,36	0,08	0,00	0,08	0,49	1,14
. Derivados del vidrio	[€]	1181,65	0,55	1,97	0,00	1,97	0,46	0,00	0,46	1,66	3,86
. Productos derivados del plástico	[€]	6431,58	2,99	23,20	0,00	23,20	5,38	0,00	5,38	3,61	8,37
. Material textil sintético semi-elaborado	[€]	294,14	0,14	0,35	0,00	0,35	0,08	0,00	0,08	1,21	2,80
. Vestuario y textil sintético confeccionado	[€]	976,57	0,45	0,78	0,00	0,78	0,18	0,00	0,18	0,80	1,86
. Combustibles y aceites minerales, bituminosos, etc.	[€]	335,80	0,16	2,31	0,00	2,31	0,54	0,00	0,54	6,88	15,97
. Productos químicos, higiénicos y limpieza, etc.	[€]	6266,10	2,91	18,50	0,00	18,50	4,29	0,00	4,29	2,95	6,85
. Perfumería, cera, betún, pinturas sintéticas y barnices sintéticos	[€]	642,82	0,30	1,39	0,00	1,39	0,32	0,00	0,32	2,17	5,03
. Productos básicos del aluminio y derivados	[€]	510,95	0,24	4,17	0,00	4,17	0,97	0,00	0,97	8,16	18,93
. Manufacturas del hierro, acero y otros metales corrientes (no aluminio), utensilios y herramientas	[€]	2406,03	1,12	1,86	0,00	1,86	0,43	0,00	0,43	0,77	1,79
. Mobiliario y carruajes de hierro o acero y otros materiales sintéticos	[€]	178,20	0,08	0,23	0,00	0,23	0,05	0,00	0,05	1,30	3,02
. Miscelánea manufacturas, mat. oficina	[€]	186,24	0,09	0,17	0,00	0,17	0,04	0,00	0,04	0,92	2,14



AÑO 2012											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				(t CO ₂ e)							
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrah uella	neta		
. Maquinaria industrial y grandes equipamientos (y sus partes)	[€]	7286,61	3,38	11,12	0,00	11,12	2,58	0,00	2,58	1,53	3,54
. Aparatos eléctricos comunes, iluminación, electrodomésticos	[€]	846,56	0,39	0,95	0,00	0,95	0,22	0,00	0,22	1,13	2,61
. Vehículos transporte (tierra, mar y aire) etc.	[€]	25725,75	11,94	28,34	0,00	28,34	6,57	0,00	6,57	1,10	2,56
. Aparatos eléctricos de precisión, ordenadores, móviles, calculadoras, etc.	[€]	7063,21	3,28	5,57	0,00	5,57	1,29	0,00	1,29	0,79	1,83
3.2. Obras		19.370,81	8,99	26,44	0,00	26,44	5,39	0,00	5,39	1,36	2,78
Grandes canales; presas de tierra y escollera	[€]	3.666,30	1,70	6,23	0,00	6,23	1,45	0,00	1,45	1,70	3,94
Edificios estructura metálica o mixta con metal	[€]	5.925,11	2,75	10,09	0,00	10,09	1,60	0,00	1,60	1,70	2,69
Instalac. eléctricas subterráneas baja tensión	[€]	9.779,40	4,54	10,12	0,00	10,12	2,35	0,00	2,35	1,03	2,40
4.- SERVICIOS Y CONTRATAS	[€]	109.406,16	50,79	7,66	0,00	7,66	1,78	0,00	1,71	0,07	0,16
4.1. Servicios con baja movilidad	[€]	97.340,04	45,19	2,50	0,00	2,50	0,58	0,00	0,51	0,03	0,05
. Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	[€]	17.295,84	8,03	0,72	0,00	0,72	0,17	0,00	0,17	0,04	0,10
. Servicios de oficina de alto valor añadido	[€]	65.680,89	30,49	1,37	0,00	1,37	0,32	0,00	0,32	0,02	0,05
. Telefonía (total fijos y móviles)	[€]	3.552,58	1,65	0,30	0,00	0,30	0,07	0,00	0,00	0,08	0,00
. Servicios médicos	[€]	31,78	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
. Servicios interiores de limpieza, mantenenimiento y similares	[€]	10.457,04	4,85	0,11	0,00	0,11	0,03	0,00	0,03	0,01	0,02
. Alquileres centros comerciales y "comunitarios"	[€]	321,92	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02

AÑO 2012											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				(t CO ₂ e)							
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
4.2. Servicios con alta movilidad	[€]	11.490,11	5,33	4,69	0,00	4,69	1,09	0,00	1,09	0,41	0,95
. Servicios exteriores de limpieza, mantenimiento y similares	[€]	11.323,43	5,26	4,63	0,00	4,63	1,07	0,00	1,07	0,41	0,95
. Correo, paquetería, mensajería	[€]	166,68	0,08	0,06	0,00	0,06	0,01	0,00	0,01	0,38	0,87
4.3. Servicios de transporte de mercancías	[€]	480,00	0,22	0,45	0,00	0,45	0,11	0,00	0,11	0,94	2,19
.Furgonetas y similares	[€]	263,00	0,12	0,20	0,00	0,20	0,05	0,00	0,05	0,76	1,76
.Camiones	[€]	217,00	0,10	0,25	0,00	0,25	0,06	0,00	0,06	1,17	2,71
4.4. Uso de infraestructuras públicas	[€]	96,00	0,04	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14
.Otros impuestos o tributos	[€]	96,00	0,04	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,14
5. RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS	[€]	997,79	0,46	0,26	0,04	0,22	0,14	0,04	0,10	0,22	1,02
5.1. Productos para consumo											
5.1.1. Vestuario y manufacturas	[€]										
. Manufactura del cuero y pieles; marroquinería, peletería	[€]	225,18	0,10	0,07	0,00	0,07	0,02	0,00	0,02	0,31	0,72
5.2.Servicios de restaurante	[€]										
. Comidas de empresa	[€]	772,61	0,36	0,19	0,04	0,15	0,12	0,03	0,09	0,19	1,11
6. RECURSOS FORESTALES	[€]										
6.1. Materiales de flujo (mercancías)	[€]	439,88	0,20	0,76	0,00	0,76	0,18	0,00	0,18	1,72	3,99
. Trozas de madera, puntales, pilotes, estiba, palets, traviesas, etc.	[€]	80,4	0,04	0,09	0,00	0,09	0,02	0,00	0,02	1,06	2,46



AÑO 2012											
CATEGORÍAS DE CONSUMOS	Ud.	Valor total	% de reparto económico	Huella de Carbono			Huella Ecológica (haG)			HC neta (kgCO ₂ e/ € invertido)	HE neta (m2G/ € invertido)
				(t CO ₂ e)							
				bruta	contra huella	neta	bruta	contrahuella	neta		
. Chapas de madera	[€]	149,33	0,07	0,19	0,00	0,19	0,04	0,00	0,04	1,26	2,92
. Artic. manufact. de madera (no muebles)	[€]	129,86	0,06	0,33	0,00	0,33	0,08	0,00	0,08	2,52	5,84
. Pasta de madera u otras fibras celulósicas	[€]	80,29	0,04	0,16	0,00	0,16	0,04	0,00	0,04	1,96	4,54
7. USO DEL SUELO**				2,27	18,64	-16,37	2,27	13,36	-11,09		
7.1. Sobre tierra firme				2,27	18,64	-16,37	2,27	13,36	-11,09		
. Zonas de pastos o jardines	[ha]	22,08		0,00	18,64	-18,64	0,00	13,36	-13,36		
. Construido, asfaltado, erosionado, etc.	[ha]	1,15		2,27	0,00	2,27	2,27	0,00	2,27		
7.2. Sobre agua				0,00	17,90	-17,90	0,00	31,66	-31,66		
. Usos acuáticos, pesca (sin acuicultura)	[ha]	73,97		0,00	17,90	-17,90	0,00	31,66	-31,66		
8. RESIDUOS, VERTIDOS Y EMISIONES				1,51	0,56	0,95	0,38	0,00	0,38		
8.1. Residuos no peligrosos											
. R. S. U. y asimilables (vertedero tradicional)	[t]	1,02		0,77	0,00	0,77	0,18	0,00	0,18		
. Envases ligeros (plástico, latas, brik)	[t]	2,66		0,37	0,37	0,00	0,09	0,00	0,09		
. Residuos de construcción y demolición	[t]	64,89		0,19	0,19	0,00	0,07	0,00	0,07		
8.2. Residuos peligrosos											
. Aceites usados	[t]	0,24		0,18	0,00	0,18	0,05	0,00	0,05		
. Pinturas, barnices, alquitranes, químicos	[t]	0,65		0,04	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01		
. RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)	[t]	0,07		0,14	0,00	0,14	0,04	0,00	0,04		

*: No se han estimado las Huellas unitarias al no tener información sobre los gastos de cada presa. Sólo se tenía el importe total.

***: Las huellas derivadas del uso del suelo no se les ha imputado a la empresa.

Ud.: Unidad; HC: Huella de Carbono; HE: Huella Ecológica; RSU: Residuos Sólidos Urbanos; RAEE Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.



ANEXO III: Procedimiento de análisis de la incertidumbre del inventario de Gases de Efecto Invernadero.

Figura A.III. 1: Cuadro de cálculo y presentación de la incertidumbre en el Nivel 1 (IPCC, 2001)..... xxx

Figura A.III. 2: Cuadro de cálculo y presentación de la incertidumbre en el Nivel 1 (IPCC, 2001)..... xxxi

Tabla A.III. 1: Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río. Año 2011.xxxv

Tabla A.III. 2: Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río. Año 2012.xxxviii

Ecuación A.III. 1: Regla A..... xxvi

Ecuación A.III. 2: Regla B..... xxvi

Ecuación A.III. 3: Incertidumbre combinada.xxxii

Ecuación A.III. 4: Incertidumbre combinada en porcentaje.xxxii

Ecuación A.III. 5: Estimación de la incertidumbre porcentual en las emisiones totales en el año en curso.....xxxii

Ecuación A.III. 6: Sensibilidad de la tendencia en las emisiones (Sensibilidad tipo A).....xxxiii

Ecuación A.III. 7: Sensibilidad de la tendencia de las emisiones (sensibilidad tipo B).....xxxiii

Ecuación A.III. 8: Incertidumbre en la tendencia de las emisiones por la incertidumbre en el factor de emisión.....xxxiii

Ecuación A.III. 9: Incertidumbre en la tendencia de las emisiones por la incertidumbre en los datos de la actividad.xxxiii

Ecuación A.III. 10: Estimación de la incertidumbre.xxxiv

Ecuación A.III. 11: Estimación de la incertidumbre total.xxxiv

La Norma ISO 14064 parte 1 indica que las organizaciones deben complementar los inventarios de GEI que realicen con una evaluación de la incertidumbre de los mismos. Como indica el IPCC en el documento "*Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*" (IPCC, 2001), la estimación de la incertidumbre no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones de los inventarios, sino a ayudar a priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de la metodología. La incertidumbre de los inventarios de GEI surge cada vez que se cuantifican las emisiones de GEI. Se encuentra asociada a los factores de emisión seleccionados y a los datos de actividad recopilados (IPCC, 2001). Como se indica en el documento del IPCC, en primer lugar se deben estimar las incertidumbres individuales de las fuentes de emisión y de los factores de emisión, y una vez determinadas, éstas deben combinarse para estimar la incertidumbre total del inventario de GEI en cualquier año y la incertidumbre general del inventario a través del tiempo (incertidumbre de la tendencia del inventario). Las incertidumbres de las fuentes de emisión y la de los factores de emisión pueden ser combinadas de dos formas diferentes:

- Regla A: Las cantidades inciertas se combinan por adición. La desviación estándar de la suma será la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se suman expresadas en términos absolutos (Ecuación A.III.1).

$$U_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + U_n \cdot x_n^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

Ecuación A.III. 1: Regla A

Donde:

- U_{total} es la incertidumbre porcentual en la suma de las cantidades expresada en porcentaje.
- x_i y U_i son las cantidades inciertas y las incertidumbres porcentuales asociadas con ellas.
- Regla B: Las cantidades inciertas se combinan por multiplicación. Las desviaciones estándar se expresan como fracciones de los valores medios, (Ecuación A.III.2).

$$\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Ecuación A.III. 2: Regla B.

Donde:



- U_{total} es la incertidumbre porcentual en el producto de las cantidades expresada en porcentaje.
- U_i son las incertidumbres porcentuales asociadas a cada cantidad.

El análisis de la incertidumbre total de los inventarios y la incertidumbre de la tendencia del inventario pueden estimarse mediante dos formas: a partir de un análisis clásico o a partir de la técnica de Monte Carlo (usando una simulación estocástica) (IPCC, 2001). Para evaluar la incertidumbre del inventario de GEI del servicio de obra y mantenimiento del río Manzanares se ha optado por elegir el primer método (análisis clásico), ya que los factores de emisión elegidos para hacer el inventario se basan en estudios nacionales que verifican su validez. Se trata además de un método fácil de aplicar y basado en una hoja de cálculo sencilla.

1. MÉTODO DE ANÁLISIS CLÁSICO

El fin de aplicar el método de análisis clásico es estimar la incertidumbre total del inventario de GEI en cualquier año y la incertidumbre general del inventario a través del tiempo (incertidumbre de la tendencia del inventario). En primer lugar se deben estimar las incertidumbres individuales de las fuentes de emisión y de los factores de emisión para, posteriormente, combinar estas incertidumbres individuales y obtener así la estimación de la incertidumbre del inventario de emisiones de GEI. En este método, las incertidumbres se estiman usando las Ecuaciones A.III.1 y A.III.2. en dos etapas diferentes:

1. Primero, se usa la aproximación de la Regla B (las incertidumbres se combinan mediante multiplicaciones. Ecuación A.III.2.) para combinar los rangos de factores de emisión y los datos de actividad por categorías de fuentes de emisión y gases de efecto invernadero y obtener la incertidumbre general de emisiones.
2. Segundo, se usa la aproximación de la Regla A (las incertidumbre se combinan por adicción. Ecuación A.III.1.) para obtener la incertidumbre general de emisiones y la tendencia de las emisiones entre el año base y el año en curso.

Para estimar la incertidumbre de los datos de actividad y de los factores de emisión empleados en la realización de los cálculos de estimación de las emisiones y remociones de GEI del servicio objeto de estudio ha sido necesario seleccionar unos márgenes de incertidumbre. Estos márgenes de incertidumbre fueron obtenidos de

los datos del documento del IPCC *“Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”*, capítulos 2 a 5, (IPCC, 2001). Para realizar la estimación de la incertidumbre del inventario mediante el método de análisis clásico, se debe aplicar el cuadro *“Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1”*, (IPCC, 2001; Capítulo 6). Siguiendo lo establecido en dicho cuadro, se ha de desarrollar una hoja de cálculo que permita estimar la incertidumbre del inventario. Por otro lado, tal y como se indica en el documento del IPCC, las incertidumbres en la tendencia se estiman usando dos tipos de sensibilidad:

- Sensibilidad de tipo A: Es el cambio en la diferencia de las emisiones generales entre el año base y el año en curso, expresada como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones de determinadas categorías de fuentes de emisión tanto para el año base como en el año en curso.
- Sensibilidad de tipo B: Es el cambio en la diferencia de las emisiones generales entre el año base y el año en curso, expresada como porcentaje, resultante de un aumento del 1% en las emisiones de determinadas categorías de fuentes de sólo en el año en curso.

Una vez calculadas las incertidumbres por medio de las sensibilidades de tipo A y de tipo B, éstas pueden sumarse usando la Ecuación 1 para dar la incertidumbre general de tendencia. En el caso concreto de la estimación de la incertidumbre del inventario de GEI que se ha realizado en este proyecto, se calculará la sensibilidad de tipo A para el año base (2011) y año 2012. Además, se calculará la incertidumbre de la tendencia del inventario.

2. PROCESO DE CÁLCULO

La Figura A.II.1, muestra el cuadro *“Cálculo y presentación de la incertidumbre en el nivel 1”*, que permite estimar la incertidumbre del inventario y las incertidumbres de la tendencia y a partir del cual se desarrolló una hoja de cálculo en el programa Excel con el fin de estimar la incertidumbre del inventario de las emisiones de GEI del servicio objeto de estudio (Figura A.III.1.). El cuadro se encuentra dividido en filas y en diecisiete columnas rotuladas de la A a la Q.

- Cada fila del cuadro representa una categoría de fuente de emisión. Es conveniente introducir cada fuente de emisión de manera desagregada hasta el nivel de consumo antes de realizar la combinación de las incertidumbres.



- Las seis primeras columnas del cuadro (de la A a la F) son las columnas de inserción de datos de entrada y a partir de estos datos de entrada, en las siete columnas siguientes (de la G a la M) se realizan diferentes operaciones para poder estimar la incertidumbre del inventario y la incertidumbre en la tendencia, finalmente las cuatro últimas columnas (de la N a la Q) sólo aportan información sobre calidad y referencias.

<p style="text-align: center;">CUADRO 6.1 CÁLCULO Y PRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL NIVEL 1</p>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Emisiones año base	Emisiones año t	Incetidumbre en los datos de actividad	Incetidumbre en el factor de emisión	Incetidumbre combinada	Incetidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad de tipo A	Sensibilidad de tipo B	Incetidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incetidumbre en el factor de emisión	Incetidumbre en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por la incetidumbre en los datos de actividad	Incetidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{G \cdot D}{\sum D}$	Nota B	$\frac{D}{\sum C}$	$I \cdot F$ Nota C	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$ Nota D	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Gg equivalente CO ₂	Gg equivalente CO ₂	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Por ej. I.A.1. Combustible 1 para industrias de energía	CO ₂											
Por ej. I.A.1. Combustible 2 para industrias de energía	CO ₂											
Etc...	...											
		$\sum C$	$\sum D$				$\sqrt{\sum H^2}$					$\sqrt{\sum M^2}$
Total												

Figura A.III. 1: Cuadro de cálculo y presentación de la incertidumbre en el Nivel 1 (IPCC, 2001).



CUADRO 6.1 (CONTINUACIÓN)					
CÁLCULO Y PRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EN EL NIVEL I					
A (cont.)	B (cont.)	N	O	P	Q
Categoría de fuentes del IPCC	Gas	Indicador de calidad del factor de emisión	Indicador de calidad de los datos de actividad	Números de referencia del dictamen de expertos	Número de referencia de la nota al pie
		Nota E	Nota E		
P.ej. I.A.1. Combustible 1 para industrias de energía	CO ₂				
P.ej. I.A.1. Combustible 2 para industrias de energía	CO ₂				
Etc...	...				
Total					

Figura A.III. 2: Cuadro de cálculo y presentación de la incertidumbre en el Nivel 1 (IPCC, 2001).

Nota A: Si se conoce la incertidumbre total para una categoría de fuentes (no para un factor de emisión y datos de actividad por separado), entonces:

- Si hay una correlación de la incertidumbre a través de los años, anote la incertidumbre en la columna F y anote 0 en la columna E;
- Si no hay una correlación de la incertidumbre a través de los años, anote la incertidumbre en la columna E y anote 0 en la columna F

En las siguientes líneas, se explica la información que contiene cada columna del cuadro, indicando lo que se realizó en la hoja de cálculo diseñada para estimar la incertidumbre del inventario de GEI del servicio objeto de estudio, la cual será mostrada posteriormente:

- Columna A: Muestra la categoría de fuentes del IPCC. En esta columna se introducen los nombres de las fuentes de emisión que han sido identificadas y seleccionadas para la realización del inventario de GEI.
- Columna B: Gas de efecto invernadero que emite cada fuente de emisión seleccionada en la columna A.
- Columna C: Emisiones de GEI que han sido estimadas en el año base, para cada fuente de emisión especificada en la columna A y expresadas en toneladas de CO₂equivalentes.
- Columna D: Emisiones de GEI que han sido estimadas en el año en curso, para cada fuente de emisión especificada en la columna A y expresadas en toneladas de CO₂equivalentes.
- Columnas E y F: Muestran las incertidumbres para los distintos datos de actividad (fuentes de emisión) y para cada factor de emisión, respectivamente. Estos datos de incertidumbre se obtuvieron del documento del IPCC, (IPCC, 2001; capítulos 2 a 5).
- Columna G: Es la incertidumbre combinada por las incertidumbres de las fuentes de emisión y de los factores de emisión (datos de las columnas E y F), usando la regla B.

$$\sqrt{E^2 + F^2}$$

Ecuación A.III. 3: Incertidumbre combinada.

- Columna H: Es la incertidumbre de la columna G como porcentaje de las emisiones totales en el año en curso.

$$\frac{G \cdot D}{\sum D}$$

Ecuación A.III. 4: Incertidumbre combinada en porcentaje.

El total al pie de la columna H es una estimación de la incertidumbre porcentual en las emisiones totales en el año en curso, usando la regla A.

$$\sqrt{H^2}$$

Ecuación A.III. 5: Estimación de la incertidumbre porcentual en las emisiones totales en el año en curso.



- Columna I: Muestra la sensibilidad de la tendencia en las emisiones (Sensibilidad de tipo A), es decir, cómo cambia la diferencia porcentual en las emisiones entre el año base y el año en curso en respuesta a un aumento del 1 % en las emisiones de la categoría de fuentes, tanto en el año base como en el año en curso.

$$\frac{0,01 \cdot D_x + D_i - (0,01 \cdot C_x + C_i)}{(0,01 \cdot C_i + C_i)} \cdot 100 - \frac{D_i - C_i}{C_i} \cdot 100$$

Ecuación A.III. 6: Sensibilidad de la tendencia en las emisiones (Sensibilidad tipo A)..

- Columna J: Muestra la sensibilidad de la tendencia en las emisiones (Sensibilidad de tipo B), es decir, cómo cambia la diferencia porcentual en las emisiones entre el año base y los cambios del año en curso en respuesta a un aumento del 1 % en las emisiones de la categoría de fuentes, sólo en el año en curso.

$$\frac{D}{\sum C}$$

Ecuación A.III. 7: Sensibilidad de la tendencia de las emisiones (sensibilidad tipo B).

- Columna K: Muestra la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones por la incertidumbre en el factor de emisión, bajo el supuesto de que la incertidumbre en los factores de emisión está correlacionada en distintos años. Para esta entrada se usa la información de las columnas I y F de la siguiente forma

$$I \cdot F$$

Ecuación A.III. 8: Incertidumbre en la tendencia de las emisiones por la incertidumbre en el factor de emisión.

- Columna L: Muestra la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones por la incertidumbre en los datos de actividad, bajo el supuesto de que la incertidumbre en los datos de actividad no está correlacionada en distintos años.

$$J \cdot E \cdot \frac{1}{2}$$

Ecuación A.III. 9: Incertidumbre en la tendencia de las emisiones por la incertidumbre en los datos de la actividad.

- Columna M: Es una estimación de la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones por la categoría de fuentes de emisión en cuestión.

$$\sqrt{K^2 + L^2}$$

Ecuación A.III. 10: Estimación de la incertidumbre.

El total al pie de esta columna es una estimación de la incertidumbre total en la tendencia, calculada a partir de las entradas precedentes usando la ecuación de propagación de errores.

$$M^2$$

Ecuación A.III. 11: Estimación de la incertidumbre total.

- Columnas N y O: Son dos columnas en las que se anotan las letras D, M o R, según que el rango de la incertidumbre en el factor de emisión o en los datos de actividad respectivamente. El anotar una letra u otra depende de la procedencia de los datos: Si se basa en información por defecto sobre orientación en la categoría de fuentes del IPCC (D), basados en mediciones efectuadas (M) y basados en información sobre referencias nacionales (R);
- Columna P: Contiene los números de referencia de los dictámenes de expertos utilizados para estimar incertidumbres en esta categoría de fuentes.
- Columna Q: Contiene una nota explicativa para identificar la referencia documental de los datos sobre incertidumbre (incluso los datos medidos) u otros comentarios que se consideren pertinentes.

3. RESULTADOS Y PRESENTACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre del inventario de GEI del servicio de mantenimiento y conservación del río Manzanares para el año base se ha estimado en 3,54% y para el año 2012 en 3,09%. La estimación de la incertidumbre total en la tendencia, calculada a partir de las entradas precedentes usando la ecuación de propagación de errores, es de 5,65%.

En las Tabla A.III.1 y Tabla A.III.2 se muestran los cuadros de cálculo y presentación de la incertidumbre (hojas de cálculo) que han permitido estimar las incertidumbres de los inventarios de las emisiones de GEI del servicio de mantenimiento y conservación del río Manzanares, la primera para el año base (2011) y la segunda para el año 2012.


Tabla A.III. 1: Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río. Año 2011.

AÑO 2011														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CATEGORÍA DE LAS FUENTES	Gas	Emissiones año base	Emissiones año t	Incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre en el factor de emisión	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones en el año t	Sensibilidad de tipo a	Sensibilidad de tipo b	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones introducidas por la incertidumbre en el factor de actividad	Incertidumbre en la tendencia en las emisiones introducidas por la incertidumbre en los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales	Indicador de calidad de factor de emisión	Indicador de calidad de datos de actividad
Datos de entrada	Datos entrada	Datos entrada	Datos entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$E^2 + F^2$	$G^2/D/\Sigma D$	Nota A	D/ ΣD	I*F	J*E* $\bar{2}$	$K^2 + FL^2$		
		CO ₂ eq	CO ₂	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
COMBUSTIBLES														
Gasoil A	CO ₂	48,892	0	5	1	5,099	2,279	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
ENERGÍA ELÉCTRICA														
Electricidad	CO ₂	12,414	0	5	1	5,099	0,579	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
MATERIALES (no orgánicos)														
Materias primas (áridos-mineral general)	CO ₂	0,001	0	10	5	11,180	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Cemento	CO ₂	0,506	0	10	5	11,180	0,020	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Ladrillos, cerámica y material refractario	CO ₂	0,001	0	10	5	11,180	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Derivados del vidrio	CO ₂	2,615	0	10	5	11,180	0,106	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Productos derivados del plástico	CO ₂	5,087	0	10	5	11,180	0,206	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Material textil sintético semi-elaborado	CO ₂	0,067	0	10	5	11,180	0,003	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Vestuario y textil sintético confeccionado	CO ₂	3,210	0	10	5	11,180	0,130	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Combustibles y aceites minerales etc.	CO ₂	0,482	0	10	5	11,180	0,053	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Productos químicos, higiénicos y limpieza	CO ₂	16,917	0	10	5	11,180	0,684	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Perfumería, cera, betún, pinturas ...	CO ₂	0,691	0	10	5	11,180	0,028	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Productos básicos de Aluminio y derivados	CO ₂	2,869	0	10	5	11,180	0,116	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Manufacturas de Hierro, acero y otros	CO ₂	1,385	0	10	5	11,180	0,056	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC

AÑO 2011														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CATEGORÍA DE LAS FUENTES	Gas	Emi-siones año base	Emi-siones año t	Incerti-dumbre en los datos de actividad	Incerti-dumbre en el factor de emisión	Incerti-dumbre combinada	Incerti-dumbre combina-da como % del total de emisiones en el año t	Sensi-bilidad de tipo a	Sensi-bilidad de tipo b	Incerti-dumbre en la tendencia en las emisiones introduci-das por la incertidum-bre en el factor de actividad	Incerti-dumbre en la tendencia en las emisiones introduci-das por la incertidum-bre en los datos de actividad	Incerti-dumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales	Indica-dor de calidad de factor de emisión	Indica-dor de calidad de datos de actividad
Mobiliario y carruajes de Hierro o acero ...	CO ₂	1,098	0	10	5	11,180	0,044	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Miscelánea manufacturas material oficina	CO ₂	0,154	0	10	5	11,180	0,006	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Maquinaria industrial y grandes equip	CO ₂	0,065	0	10	5	11,180	0,003	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Aparatos eléctricos comunes, iluminación,	CO ₂	0,795	0	10	5	11,180	0,032	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Vehículos transporte (tierra, mar o aire)...	CO ₂	35,986	0	10	5	11,180	1,454	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Aparatos eléctricos de precisión etc.	CO ₂	3,951	0	10	5	11,180	0,160	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
SERVICIOS CON BAJA MOVILIDAD														
Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	CO ₂	1,039	0	10	5	11,180	0,106	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Servicios de oficina de alto valor añadido	CO ₂	1,268	0	10	5	11,180	0,130	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Telefonía (total fijos y móviles)	CO ₂	0,216	0	10	5	11,180	0,022	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Servicios médicos	CO ₂	0,075	0	10	5	11,180	0,008	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Formación Externa	CO ₂	0,012	0	10	5	11,180	0,001	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Servicios Interiores de limpieza similar	CO ₂	0,052	0	10	5	11,180	0,005	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Alquiler de centros comerciales y ...	CO ₂	0,020	0	10	5	11,180	0,002	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
SERVICIOS CON ALTA MOVILIDAD														
Servicios exteriores de limpieza, ...	CO ₂	6,132	0	10	5	11,180	0,627	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Correo, paquetería, mensajería	CO ₂	0,133	0	10	5	11,180	0,014	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
SERVICIOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS														
Camiones	CO ₂	0,110	0	10	5	11,180	0,011	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS														
Manufactura del cuero y pieles; ...	CO ₂	0,006	0	10	5	11,180	0,001	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC



AÑO 2011														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CATEGORÍA DE LAS FUENTES	Gas	Emi-siones año base	Emi-siones año t	Incerti- dumbre en los datos de actividad	Incerti- dumbre en el factor de emisión	Incerti- dumbre combinada	Incerti- dumbre combina- da como % del total de emisiones en el año t	Sensi- bilidad de tipo a	Sensi- bilidad de tipo b	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en el factor de	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en los datos de	Incerti- dumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales	Indica- dor de calidad de factor de emisión	Indica- dor calidad de datos de activi- dad
Comidas de empresa	CO ₂	0,898	0	10	5	11,180	0,092	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
RECURSOS FORESTALES														
Papel, cartón y sus manufacturas	CO ₂	1,120	0	10	5	11,180	0,700	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
RESIDUOS														
R. S. U. y asimilables (vertedero trad.)	CO ₂	0,757	0	5	5	7,071	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Envases ligeros (plástico, latas, brik)	CO ₂	0,000	0	5	5	7,071	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Residuos de construcción y demolición	CO ₂	0,000	0	5	5	7,071	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Aceites usados	CO ₂	0,037	0	5	5	7,071	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
Pinturas, barnices, alquitranes, uímicos	CO ₂	0,110	0	5	5	7,071	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
RAEE (residuos de apartos eléctricos y ...)	CO ₂	0,004	0	5	5	7,071	0,000	0	0	0	0	0	Nota D	IPCC
		ΣC	ΣD				ΣH ²				ΣM ²			
TOTAL		149,177	0,00				3,535				0			

INCERTIDUMBRE GENERAL
DEL ESTUDIO BASE
(Nota B)

INCERTIDUMBRE EN LA TENDENCIA
(Nota C)

NOTA A: $\frac{0,01 \cdot Dx + \sum Di - (0,01 \cdot Cx + \sum Ci)}{(0,01 \cdot Ci + \sum Ci)} * 100 - \frac{\sum Di - \sum Ci}{\sum Ci} * 100$

NOTA B: Sólo se calcula la incertidumbre general del estudio (año) base. No se calcula la incertidumbre del año t porque coincide con el estudio (año) base.

NOTA C: No se puede calcular la tendencia de la incertidumbre porque lo que se está calculando es la incertidumbre del estudio (año) base.

NOTA D: Referencia nacional.

Tabla A.III. 2: Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río. Año 2012.

AÑO 2012														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CATEGORÍA DE LAS FUENTES	Gas	Emi-siones año base	Emi-siones año t	Incerti- dumbre en los datos de actividad	Incerti- dumbre en el factor de emisión	Incerti- dumbre combinada	Incerti- dumbre combina- da como % del total de emisiones en el año t	Sensi- bilidad de tipo a	Sensi- bilidad de tipo b	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en el factor de	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en los datos de	Incerti- dumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales	Indica- dor de calidad de factor de emisión	Indica- dor calidad de datos de activi- dad
Datos de entrada	Datos en- trada	Datos entra-da	Datos en-trada	Datos de entrada	Datos de entrada	$E^2 + F^2$	$G^2/D/\Sigma D$	Nota A	$D/\Sigma D$	$I^2 \cdot F$	$J^2 \cdot E^2 \cdot \bar{2}$	$K^2 + FL^2$		
		CO ₂ eq	CO ₂ eq	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
COMBUSTIBLES														
.GLP envasado	CO2	0,000	0,008	5	1	5,099	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	Nota B	IPCC
Gasoil A	CO2	48,892	53,285	5	1	5,099	1,971	-0,076	0,487	-0,076	3,444	3,445	Nota B	IPCC
ENERGÍA ELÉCTRICA														
Electricidad	CO ₂	12,414	12,563	5	1	5,099	0,465	-0,028	0,115	-0,028	0,812	0,812	Nota B	IPCC
MATERIALES (no orgánicos)														
Materias primas (áridos-mineral general)	CO ₂	0,001	0,044	10	5	11,180	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	Nota B	IPCC
Cemento	CO ₂	0,506	2,081	10	5	11,180	0,067	-0,076	0,487	-0,076	3,444	3,445	Nota B	IPCC
Ladrillos, cerámica y material refractario	CO ₂	0,001	0,361	10	5	11,180	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Nota B	IPCC
Derivados del vidrio	CO ₂	2,615	1,966	10	5	11,180	0,063	-0,028	0,115	-0,028	0,812	0,812	Nota B	IPCC
Productos derivados del plástico	CO ₂	5,087	23,201	10	5	11,180	0,744	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Nota B	IPCC
Material textil sintético semi-elaborado	CO ₂	0,067	0,354	10	5	11,180	0,011	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002	Nota B	IPCC
Vestuario y textil sintético confeccionado	CO ₂	3,210	0,781	10	5	11,180	0,025	0,005	0,008	0,026	0,106	0,110	Nota B	IPCC
Combustibles y aceites minerales etc.	CO ₂	0,482	2,312	10	5	11,180	0,203	0,001	0,001	0,006	0,018	0,020	Nota B	IPCC
Productos químicos, higiénicos y limpieza	CO ₂	16,917	18,501	10	5	11,180	0,593	-0,005	0,007	-0,024	0,100	0,103	Nota B	IPCC
Perfumería, cera, betún, pinturas ...	CO ₂	0,691	1,393	10	5	11,180	0,045	0,061	0,084	0,303	1,186	1,224	Nota B	IPCC
Productos básicos de Aluminio y derivados	CO ₂	2,869	4,169	10	5	11,180	0,134	0,001	0,001	0,005	0,018	0,019	Nota B	IPCC
Manufacturas de Hierro, acero y otros	CO ₂	1,385	1,862	10	5	11,180	0,060	-0,012	0,003	-0,059	0,040	0,071	Nota B	IPCC
Mobiliario y carruajes de Hierro o acero ...	CO ₂	1,098	0,232	10	5	11,180	0,007	0,017	0,023	0,084	0,323	0,334	Nota B	IPCC



AÑO 2012														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CATEGORÍA DE LAS FUENTES	Gas	Emi-siones año base	Emi-siones año t	Incerti- dumbre en los datos de actividad	Incerti- dumbre en el factor de emisión	Incerti- dumbre combinada	Incerti- dumbre combi- na- da como % del total de emisiones en el año t	Sensi- bilidad de tipo a	Sensi- bilidad de tipo b	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en el factor de	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en los datos de	Incerti- dumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales	Indica- dor de calidad de factor de emisión	Indica- dor calidad de datos de activi- dad
Miscelánea manufacturas material oficina	CO ₂	0,154	0,171	10	5	11,180	0,005	-0,010	0,067	-0,051	0,946	0,947	Nota B	IPCC
Maquinaria industrial y grandes equip	CO ₂	0,065	11,122	10	5	11,180	0,357	0,002	0,005	0,009	0,071	0,072	Nota B	IPCC
Aparatos eléctricos comunes, iluminación,	CO ₂	0,795	0,954	10	5	11,180	0,031	0,002	0,015	0,010	0,213	0,213	Nota B	IPCC
Vehículos transporte (tierra, mar o aire)...	CO ₂	35,986	28,340	10	5	11,180	0,909	0,000	0,007	0,002	0,095	0,095	Nota B	IPCC
Aparatos eléctricos de precisión etc.	CO ₂	3,951	5,566	10	5	11,180	0,179	-0,004	0,001	-0,021	0,012	0,024	Nota B	IPCC
"MATRIZ DE OBRAS"														
Total	CO ₂	0,000	26,386	10	5	11,180	1,229	0,139	0,139	0,693	1,959	2,078	Nota B	IPCC
SERVICIOS CON BAJA MOVILIDAD														
Servicios externos de oficina, asesorías, etc.	CO ₂	1,039	0,722	10	5	11,180	0,059	-0,005	0,007	-0,027	0,093	0,097	Nota B	IPCC
Servicios de oficina de alto valor añadido	CO ₂	1,268	1,370	10	5	11,180	0,111	-0,002	0,013	-0,010	0,177	0,177	Nota B	IPCC
Telefonía (total fijos y móviles)	CO ₂	0,216	0,296	10	5	11,180	0,024	0,000	0,003	0,001	0,038	0,038	Nota B	IPCC
Servicios médicos	CO ₂	0,075	0,002	10	5	11,180	0,000	-0,001	0,000	-0,004	0,000	0,004	Nota B	IPCC
Formación Externa	CO ₂	0,012	0,000	10	5	11,180	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,001	Nota B	IPCC
Servicios Interiores de limpieza similar	CO ₂	0,052	0,109	10	5	11,180	0,009	0,000	0,001	0,002	0,014	0,014	Nota B	IPCC
Alquiler de centros comerciales y ...	CO ₂	0,020	0,003	10	5	11,180	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,001	Nota B	IPCC
SERVICIOS CON ALTA MOVILIDAD														
Servicios exteriores de limpieza, ...	CO ₂	6,132	4,629	10	5	11,180	0,375	-0,028	0,042	-0,141	0,598	0,615	Nota B	IPCC
Correo, paquetería, mensajería	CO ₂	0,133	0,063	10	5	11,180	0,005	-0,001	0,001	-0,005	0,008	0,009	Nota B	IPCC
SERVICIOS DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS														
Furgonetas y similares	CO ₂	0,000	0,200	10	5	11,180	0,016	0,002	0,002	0,009	0,026	0,027	Nota B	IPCC
Camiones	CO ₂	0,110	0,253	10	5	11,180	0,021	0,001	0,002	0,005	0,033	0,033	Nota B	IPCC
RECURSOS AGRÍCOLAS Y PESQUEROS														

AÑO 2012														
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
CATEGORÍA DE LAS FUENTES	Gas	Emi-siones año base	Emi-siones año t	Incerti- dumbre en los datos de actividad	Incerti- dumbre en el factor de emisión	Incerti- dumbre combinada	Incerti- dumbre combina- da como % del total de emisiones en el año t	Sensi- bilidad de tipo a	Sensi- bilidad de tipo b	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en el factor de	Incerti- dumbre en la tendencia en las emisiones introduci- das por la incertidum- bre en los datos de	Incerti- dumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales	Indica- dor de calidad de factor de emisión	Indica- dor calidad de datos de activi- dad
Manufactura del cuero y pieles; ...	CO ₂	0,006	0,070	10	5	11,180	0,006	0,001	0,001	0,003	0,009	0,009	Nota B	IPCC
Comidas de empresa	CO ₂	0,898	0,062	10	5	11,180	0,005	-0,010	0,001	-0,049	0,008	0,050	Nota B	IPCC
RECURSOS FORESTALES														
Trozas de madera, puntales, pilotes, ...	CO ₂	0,000	0,085	10	5	11,180	0,065	0,007	0,007	0,037	0,104	0,110	Nota B	IPCC
Chapas de madera	CO ₂	0,000	0,188	10	5	11,180	0,147	0,017	0,017	0,083	0,234	0,248	Nota B	IPCC
Artic. manufact. madera (no muebles)	CO ₂	0,000	0,327	10	5	11,180	0,161	0,018	0,018	0,091	0,257	0,272	Nota B	IPCC
Pasta de madera u otras fibras	CO ₂	0,000	0,157	10	5	11,180	0,084	0,009	0,009	0,047	0,133	0,142	Nota B	IPCC
Papel, cartón y sus manufacturas	CO ₂	1,120	0,000	10	5	11,180	0,000	-0,079	0,000	-0,394	0,000	0,394	Nota B	IPCC
RESIDUOS														
R. S. U. y asimilables (vertedero trad.)	CO ₂	0,757	0,773	5	5	7,071	0,040	-0,002	0,007	-0,008	0,050	0,051	Nota B	IPCC
Envases ligeros (plástico, latas, brik)	CO ₂	0,000	0,000	5	5	7,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Nota B	IPCC
Residuos de construcción y demolición	CO ₂	0,000	0,000	5	5	7,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Nota B	IPCC
Aceites usados	CO ₂	0,037	0,040	5	5	7,071	0,002	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	Nota B	IPCC
Pinturas, barnices, alquitranes, uímicos	CO ₂	0,110	0,137	5	5	7,071	0,007	0,000	0,001	0,000	0,009	0,009	Nota B	IPCC
RAEE (residuos de aparatos eléctricos y ...)	CO ₂	0,004	0,004	5	5	7,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Nota B	IPCC
		ΣC	ΣD				ΣH²				ΣM²			
TOTAL		149,177	205,143				3,093				5,645			
<div>INCERTIDUMBRE GENERAL DEL ESTUDIO BASE</div> <div>INCERTIDUMBRE EN LA TENDENCIA</div>														

Tabla 4.3.1. Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI del servicio de conservación y mantenimiento del río para el año 2012.

NOTA A: $\frac{0,01 \cdot Dx + \sum Di - (0,01 \cdot Cx + \sum Ci)}{(0,01 \cdot Ci + \sum Ci)} * 100 - \frac{\sum Di - \sum Ci}{\sum Ci} * 100$

NOTA B: Referencia nacional.

